

**OPTIMALISASI SITE LAYOUT
DENGAN MENGGUNAKAN FUZZY AHP
PADA PROYEK
THE SAMATOR SURABAYA**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik
pada
Program Sarjana Lintas Jalur Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

FIRSTYAN YOSHUA SADI
NRP.3113 105 051

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Trijoko Wahyu Adi, ST., MT., Ph.D

(Pembimbing I)



SURABAYA
JULI, 2015

OPTIMALISASI SITE LAYOUT DENGAN MENGGUNAKAN FUZZY AHP PADA PROYEK THE SAMATOR SURABAYA

Nama Mahasiswa : Firstyan Yoshua Sadi
NRP : 3113105051
Jurusan : Teknik Sipil
Dosen konsultasi : Tri Joko Wahyu Adi, ST. MT. Ph.D

ABSTRAK

Pada setiap proyek bangunan konstruksi, selalu terdapat site facilities guna menunjang kinerja dalam proyek. Penggunaan site facilities pada tiap proyek tidaklah sama karena masing – masing proyek memiliki pertimbangan dan kebutuhan yang berbeda. Lokasi site facilities tersebut harus diatur karena memiliki dampak terhadap produktifitas kerja proyek.

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimasi site layout proyek Superblok The Samator Surabaya. Optimasi dilakukan dengan 2 tahap yaitu tahap 1 adalah penentuan prioritas fasilitas sementara dengan menggunakan fuzzy AHP, tahap 2 adalah untuk meminimalkan traveling distance antar fasilitas sementara. Data proyek seperti frekuensi pergerakan pekerja antar fasilitas, dan matriks prioritas tiap fasilitas sementara didapat dari observasi dan wawancara dengan project manager / site manager di proyek.

Dari hasil perhitungan fuzzy AHP didapatkan urutan prioritas 10 fasilitas sementara yang ada adalah Direksi Kit, Barak Pekerja, Area Gudang Tertutup, Gudang Logistik, Ruang Pelaksana, Bengkel Fabrikasi, Toilet Pekerja, Stokyard Besi, Fabrikasi Besi, dan terakhir adalah Gudang Peralatan. Maka dari ketersediaan lokasi yang ada maka fasilitas Gudang Peralatan harus diletakkan diluar lokasi proyek. Selanjutnya pada fase perhitungan traveling distance didapatkan 37 alternatif

dari 9 fasilitas sementara dengan prioritas teratas yang saling ditukar, dan hasil optimasi site layout terdapat pada alternatif 15 dengan nilai traveling distance sebesar 52775 meter.

Kata kunci : *fuzzy, traveling distance, site facilities, site layout, optimasi*

OPTIMIZATION SITE LAYOUT USING FUZZY AHP AT THE SAMATOR SURABAYA PROJECT

Name : Firstyan Yoshua Sadi
NRP : 3113105051
Department : Teknik Sipil
Supervisor : Tri Joko Wahyu Adi, ST. MT. Ph.D

ABSTRACT

In every building construction project there is always site facilities to improve project performance . The usage of site facilities is not same in every project because each project has its different consideration and needs. Those location of site facilities must be regulated because has an impact for productivity project.

This research purpose is to optimize the site layout at Superblok The Samator Surabaya Project. Optimization is conducting 2 steps. First step is to make the sequence of priority temporary facilities using fuzzy AHP, and the second step is to minimize traveling distance for every temporary facilities. Project data such as the frequency of workers movement and temporary facilities priority matrix obtained by observation and interview with project manager / site manager at the project

From the fuzzy AHP calculation result the sequence prority of 10 temporary facilities is Direksi Keet, Worker Barrack, Closed Storage Area, Logistic Storage, Manager Chamber, Fabrication Workshop, and the last is Equipment Storage. Accordingly from the availability of space so the equipment storage facilities is needs to replaced outside the site project. After that in the calculation phase of traveling distance is obtained 37 alternative from 9 temporary facilities with the top priority to be switchover and the result is that the optimazion of site layout is contained in alternative 15 with the traveling distance score is 52775 metres.

Keyword : *fuzzy, traveling distance, site facilities, site layout, optimization*

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Tuhan YME atas segala karunia, rahmat nikmat dan ridho-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penyusunan Proyek Akhir kepada yang terhormat :

1. Bapak Tri Joko Wahyu Adi ST., MT., Ph.D selaku dosen pembimbing Tugas Akhir ini.
2. Bapak Wahyu Herjanto ST., MT., selaku dosen wali.
3. Orang tua penulis yang telah memberi dorongan baik moril maupun materil yang tak terhingga, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Teman – teman kontrakan “selawe” yang selalu membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang memberi andil dalam Tugas Akhir ini.

Di dalam Penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyadari masih jauh dari sempurna. Untuk itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Demikian yang dapat penulis sampaikan. Terima kasih sekali lagi kepada semua yang telah ikut berperan dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Semoga penulisan Tugas Akhir ini bisa berguna bagi semua.

Surabaya, Juni 2015

Penyusun

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Site – Layout</i>	5
2.1.1 Jenis <i>Site Layout</i>	6
2.1.2 Perencanaan <i>Site Layout</i>	6
2.1.3 Masalah pada Perencanaan <i>Site Layout</i>	7
2.2 Pertimbangan Tata Letak Fasilitas	8
2.3 Tipe dan Jenis Fasilitas	9
2.4 Logika <i>Fuzzy</i>	10
2.5 <i>Fuzzy Set</i>	11
2.6 Indeks Kekaburan	11
2.7 <i>Analytic Hierarchy Process (AHP)</i>	12
2.8 Jarak Tempuh (<i>Traveling Distance</i>)	12
2.9 Penelitian Terdahulu	13
BAB III METODOLOGI	15
3.1 Tahapan Penelitian	15
3.2 Survey Pendahuluan	17
3.3 Penentuan Prioritas Fasilitas	19
3.4 Perhitungan <i>Fuzzy AHP</i>	19
3.5 Optimasi Penataan Fasilitas Sementara dengan	

Menggunakan Parameter <i>Traveling Distance</i>	21
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Survey dan Pengumpulan Data	23
4.2 Perhitungan <i>Fuzzy AHP</i>	28
4.3 Klasifikasi dan Skoring Elemen Kriteria	30
4.4 Pembobotan dan Normalisasi Nilai Semantik	31
4.5 Penentuan Akhir Prioritas Fasilitas Sementara	32
4.6 Perhitungan <i>Traveling Distance</i>	33
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	45
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Penelitian Optimasi Site Layout Terdahulu	13
Tabel 4.1	Identifikasi Fasilitas Sementara	24
Tabel 4.2	Matriks Perbandingan Berpasangan antar Fasilitas	24
Tabel 4.3	Matriks Perbandingan Berpasangan antar Kriteria	25
Tabel 4.4	Jarak antar Fasilitas Sementara pada Proyek	25
Tabel 4.5	Frekuensi Perjalanan Pekerja antar Fasilitas	26
Tabel 4.6	Pengecekan Ulang untuk Konsistensi Matriks	30
Tabel 4.7	Penyusunan Nilai Prioritas	30
Tabel 4.8	Operasi Nilai Semantik	31
Tabel 4.9	Pemberian Nilai Semantik Kriteria Keputusan	31
Tabel 4.10	Pembobotan dengan Menormalisasi Kriteria Keputusan	32
Tabel 4.11	Rekapitulasi Prioritas Fasilitas Sementara	32
Tabel 4.12	Urutan Prioritas Fasilitas Sementara	33
Tabel 4.13	Alternatif Fasilitas Sementara yang dapat Digunakan	35
Tabel 4.14	Letak Fasilitas pada Kondisi Eksisting	35
Tabel 4.15	Letak Fasilitas pada Alternatif 1	36
Tabel 4.16	Letak Fasilitas pada Alternatif 12	37
Tabel 4.17	Letak Fasilitas pada Alternatif 15	38
Tabel 4.18	Letak Fasilitas pada Alternatif 16	38
Tabel 4.19	Letak Fasilitas pada Alternatif 17	39
Tabel 4.20	Letak Fasilitas pada Alternatif 23	40
Tabel 4.21	Letak Fasilitas pada Alternatif 30	40
Tabel 4.22	Letak Fasilitas pada Alternatif 31	41

Tabel 4.23	Letak Fasilitas pada Alternatif 32	42
Tabel 4.24	Letak Fasilitas pada Alternatif 33	42
Tabel 4.25	Hasil Rekapitulasi <i>Traveling Distance</i>	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Aerial View Site Plan Proyek The Samator Surabaya	2
Gambar 3.1	Diagram Alir Tugas Akhir	15
Gambar 3.2	Diagram Alir Metode <i>Fuzzy AHP</i>	16
Gambar 3.3	Site Layout The Samator Surabaya	18
Gambar 3.4	Titik Pengukuran Jarak Antar Fasilitas	22
Gambar 4.1	Site Layout The Samator Surabaya	27
Gambar 4.2	Site Layout Optimum Proyek The Samator Surabaya	44

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Perencanaan site layout yang baik dapat mengoptimalkan produktifitas kerja dan mempercepat waktu pada sebuah proyek. Sedangkan penataan yang buruk dapat mengakibatkan meningkatkan resiko keselamatan kerja.

Salah satu pengambilan keputusan dalam tindakan proyek adalah penataan lokasi proyek. Penataan lokasi proyek merupakan salah satu aspek penting untuk mengoptimalisasi sumber daya yang ada dalam suatu proyek. Faktor – faktor dalam pengambilan keputusan dalam hal ini penataan lokasi proyek antara lain bentuk bangunan, ukuran dan ketinggian, biaya dari pemasangan bangunan sementara, siklus penggunaan bangunan sementara, dan sebagainya.

Sudah ada penelitian terdahulu yang mengoptimasi site layout. Beberapa teori yang sudah dipakai antara lain yaitu genetika algoritma (Li dan Love, 1998), *multi objective function* (Pranarka, 2012), dan *annealed neural network* (Yeh, 1995). Namun seluruhnya menggunakan fasilitas sementara yang sebanding dengan ketersediaan lokasi yang ada padahal dalam kenyataannya fasilitas sementara yang ada bisa saja melebihi ketersediaan lokasi didalam proyek.

Ada 2 permasalahan utama yang dihadapi dalam optimasi site layout yaitu penentuan prioritas fasilitas sementara dan minimasi *traveling distance*. Teori pengambilan keputusan fuzzy AHP belum banyak digunakan dalam optimasi site layout di proyek konstruksi. Sifat fuzzy yang didefinisikan sebagai kabur (*blurry*) dapat digunakan untuk menyelesaikan beberapa permasalahan kualitatif yang terdapat pada optimasi site layout proyek, seperti penentuan prioritas *site facilities*, sedangkan *traveling distance* digunakan sebagai parameter optimasi setelah dilakukan penataan sesuai dengan prioritas *site facilities*.

1. Objek yang ditinjau adalah Pembangunan Gedung The Samator Surabaya.
2. Parameter optimasi yang digunakan adalah *traveling distance*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penulisan tugas akhir ini adalah :

- Mengoptimasi penataan fasilitas sementara pada site layout untuk proyek gedung The Samator Surabaya berdasarkan prioritas fasilitas sementara yang ada.

1.5 Manfaat Penelitian

Diharapkan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat :

- Sebagai referensi untuk penelitian manajemen konstruksi, khususnya yang berkaitan dengan peningkatan produktifitas kerja berbasis site layout.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Site – Layout*

Seluruh proyek konstruksi dari berbagai ukuran proyek membutuhkan penyediaan sejumlah fasilitas sementara. Penataan *site (site – layout)* adalah menentukan lokasi optimum dari objek konstruksi seperti fasilitas sementara, peralatan utama, dan area penyimpanan material pada site dengan mempertimbangkan faktor biaya, keselamatan (*safety*) dan keamanan.

Perencanaan penataan *site* meliputi identifikasi fasilitas – fasilitas penunjang proyek, penentuan bentuk dan ukuran serta penempatannya dalam batas – batas yang tersedia dalam site. Sasaran yang perlu dicapai dalam penataan site yang baik adalah untuk meningkatkan keselamatan kerja, operasional yang efisien dan untuk meminimalisasi *traveling distance* (TD) dan waktu pergerakan pekerja maupun material (Tommelein dkk, 1992).

Perencanaan *site – layout* sangat penting dalam meningkatkan keselamatan kerja dan efisiensi operasional, meminimalisasi waktu tempuh, mengurangi tindakan penanganan terhadap material dan menghindari pergerakan yang saling menghalangi antara material dan peralatan yang digunakan. Penataan *site* yang baik dapat terwujud dengan adanya manajemen sumberdaya yang efektif dan efisien. Pertimbangan utama dan mendasar dalam perkembangan dari suatu *layout* yang efektif adalah kelancaran dan pemakaian biaya yang rendah dari alur (*flow*) material, pekerja dan peralatan (Hegazy dan Elbeltagi, 1999).

Perencanaan *layout* yang efisien dari suatu *site* konstruksi merupakan dasar dari kesuksesan semua kegiatan proyek. Beberapa fasilitas sementara meliputi kantor dan *tool trailer*, lahan atau bangunan fabrikasi, area *staging* dan area perletakan atau bongkar muat (Yeh, 1995)

Keuntungan yang diperoleh dari suatu gedung yang direncanakan secara tepat untuk operasi yaitu memperlancar dan memperpendek arus barang yang diproses, mengurangi biaya penanganan, memudahkan pengawasan dan supervisor, mempermudah pekerjaan pemeliharaan, mengurangi keperluan penyimpanan, memperkecil keperluan inventori, dan memberi kenyamanan kepada buruh dan pegawai (Soeharto, 1999).

2.1.1 Jenis *Site – Layout*

Site layout berkaitan dengan penetapan sejumlah fasilitas yang telah ditentukan sebelumnya. Apabila setiap tempat yang telah ditentukan dengan mengakomodasi setiap fasilitas, maka tata letak fasilitas dapat dimodelkan sebagai *equal – site layout*. Apabila setiap tempat yang telah ditentukan hanya dapat mengakomodasi beberapa fasilitas saja, maka tata letak fasilitas dimodelkan sebagai *unequal - site layout*, dimana tempat yang ditentukan memiliki luasan yang berbeda. (Li dan Love, 2000).

Apabila jumlah tempat ditentukan lebih besar dari jumlah fasilitas yang telah ditentukan, maka jumlah fasilitas *dummy* (fiktif) perlu ditambahkan untuk menyamakan kedua jumlah tempat dan fasilitas. Dengan menetapkan jarak sama dengan 0 (nol) atau seimbang, *dummy* tidak akan mempengaruhi hasil dari layout. Umumnya, permasalahan pada *unequal - site layout* lebih sulit untuk dipecahkan dibandingkan pada *equal - site layout*, terutama karena *unequal - site layout* memasukkan kendala tambahan ke dalam rumusan masalah.

2.1.2 Perencanaan *Site – Layout*

Site layout yang baik sangat penting dalam menghadirkan kegiatan operasional yang aman dan efisien, meminimalkan waktu tempuh, menguraingi tindakan penanganan material, dan menghindari hambatan antar pergerakan material dan peralatan, khususnya dalam kasus proyek besar (Hegazy dan Elbeltagi, 1999). selain itu, masalah tersebut menjadi semakin rumit ketika

lahan konstruksi memiliki keterbatasan terhadap ketersediaan ruang, atau saat lahan yang sangat luas dimana perjalanan antar fasilitas menghabiskan waktu yang cukup banyak (Li dan Love, 1998). Tujuan dari perencanaan *site layout* adalah untuk menemukan kelayakan lokasi yang sesuai untuk berbagai fasilitas – fasilitas sementara.

2.1.3 Masalah Pada Perencanaan Site – Layout

Perencanaan *site layout* merupakan masalah *engineering* yang dihadapi pada setiap *site* konstruksi. Fasilitas sementara sangat penting untuk mendukung kegiatan konstruksi, tetapi tidak sebagai faktor penentu penyelesaian proyek. Fasilitas sementara secara alami sangat beragam tergantung pada ukuran dan bentuknya dalam proyek dan berada di dalam *site* selama separuh atau selama proyek konstruksi berlangsung. Lokasi yang tidak tepat yang juga membutuhkan penanganan material sebisa mungkin dihindari.

Pemilihan *site layout* yang baik secara inheren sulit dilakukan karena terkendala topografi dan lokasi bangunan permanen. Menurut Handa (1988, 1989) *site layout* konstruksi dapat dipisahkan sebagai masalah perencanaan penataan sejumlah fasilitas yang telah ditentukan pada *site*, sekaligus memenuhi sejumlah kendala dan mengoptimalkan tujuan dari *site layout*. Tuntutan tata letak yang baik memenuhi beberapa halangan, tapi seringkali berlawanan dengan tujuan perencanaan. Tujuan perencanaan tersebut adalah memaksimalkan efisiensi operasional dengan meningkatkan produktivitas pekerja, memperpendek durasi proyek, mengurangi biaya dan untuk menjaga semangat kerja karyawan dengan menyediakan keselamatan dan kenyamanan kerja bagi para karyawan, meminimalkan jarak tempuh dan waktu untuk pergerakan sumber daya dan untuk mengurangi waktu penanganan material.

Serangkaian fasilitas harus berada dalam *site* yang juga memenuhi kendala dan mengoptimalkan tujuan layout. Ketika fasilitas – fasilitas sementara harus tersedia dalam *site* konstruksi,

lokasi dari bangunan yang akan dibangun harus ditetapkan sebelumnya. Lokasi yang telah digunakan bangunan tadi selanjutnya digunakan untuk menentukan ketersediaan ruang untuk fasilitas sementara.

Maka masalah selanjutnya adalah pengalokasian fasilitas yang telah ditentukan seperti gudang, kantor, *workshops and batch plants* untuk optimasi dari suatu tujuan kebutuhan dan kendala layout. Disamping itu kewajiban hukum mungkin memaksakan keselamatan dan batasan izin, dan keterbatasan teknis dan fisik tidak dapat diabaikan.

2.2 Pertimbangan Tata Letak Fasilitas

Site layout sangat berpengaruh terhadap efisiensi selama proses konstruksi, beberapa hal yang harus dipertimbangkan saat perencanaan *site layout* adalah :

- a) Pertimbangan Umum
Perencanaan *site layout* dan penyediaan ruang kerja yang efisien dapat dilakukan saat persyaratan jumlah pekerja, mesin dan alat yang digunakan telah diketahui atau ditetapkan sebelumnya.
- b) Pertimbangan Jalan Masuk
Penentuan jalan masuk diharuskan berhadapan langsung dengan jalan utama yang memudahkan semua pihak yang berkepentingan dengan proyek menuju lokasi proyek. Jalan masuk ini juga perlu dilengkapi gardu penjagaan dan fasilitas penerangan, sehingga memudahkan pemeriksaan pihak – pihak yang masuk ke dalam lokasi proyek.
- c) Pertimbangan Penyimpanan Material
Penempatan letak penyimpanan material harus memperhatikan kondisi tempat yang menjaga material tetap kering dan tidak lembab. Penyimpanan material ini dianjurkan letaknya berada dekat dengan jalan masuk agar memudahkan saat penerimaan material dan dalam jangkauan *tower crane*.

- d) **Pertimbangan Akomodasi**
Akomodasi seperti barak pekerja, letaknya perlu mempertimbangkan kondisi lingkungan sekitar, terutama dalam pembuatan sanitasi. Barak pekerja ditempatkan tidak jauh dari lokasi proyek konstruksi.
- e) **Pertimbangan Fasilitas Sementara**
Penempatan fasilitas sementara seperti direksi keet tidak boleh mengganggu transportasi atau kegiatan konstruksi yang sedang berlangsung. Fasilitas – fasilitas lain seperti gudang, los kerja ditempatkan saling berdekatan agar mempermudah proses pelaksanaan
- f) **Pertimbangan Peralatan**
Penempatan alat seperti tower crane harus direncanakan dapat menjangkau seluruh area proyek konstruksi yang akan dilaksanakan dengan manuver yang aman dan tanpa halangan
- g) **Pertimbangan K3**
Lingkungan proyek yang bersih, rapih dan sehat akan membantu meningkatkan produktivitas pekerja dan mengurangi terjadinya risiko kecelakaan kerja. Tempat pembuang (*disposal area*) sangat diperluka untuk membantu menjaga kebersihan di lokasi kerja. Letak tempat pembuangan berada pada area yang tidak akan dibangun dengan tujuan mencegah terganggunya produktivitas kerja akibat bau dari tempat pembuangan tersebut.

2.3 Tipe dan Jenis Fasilitas

Fasilitas *site* konstruksi direpresentasikan menggunakan bentuk persegi 2D dan dikategorikan kedalam 3 tipe: fasilitas tetap (*fixed*), yang tidak dapat bergerak (*stationary*), dan yang dapat bergerak (*moveable*), (El Rayes dan Said, 2009).

1. Fasilitas tetap (*fixed*), adalah fasilitas yang posisinya tetap yang telah ditentukan dalam site seperti gedung yang akan dibangun dan akses site. Perencana tidak perlu menentukan

posisi fasilitas ini karena posisi dan dimensi fasilitas tersebut telah ditentukan dan dapat diambil atau dilihat dari gambar konstruksi.

2. Fasilitas yang tidak dapat bergerak (*stationary*), adalah fasilitas sementara dimana perencanaan perlu untuk menentukan posisi fasilitas tersebut hanya sekali seperti *tower crane* dan *batch plants*. Fasilitas ini tidak diperbolehkan /diperkenankan untuk diubah posisinya di site pada tahap konstruksi karena membutuhkan waktu, biaya dan atau upaya signifikan dalam memindahkan posisinya.
3. Fasilitas yang dapat bergerak (*moveable*), adalah fasilitas konstruksi sementara yang dapat dipindahkan pada awal setiap tahap identifikasi proyek. Contoh yang termasuk kedalam fasilitas yang dapat bergerak adalah kantor proyek, laboratorium pengujian, area penyimpanan, area fabrikasi, dan areaistirahatan (*rest area*). Fasilitas ini dapat dipindahkan pada kasus dimana ada ruang bebas baru yang lebih baik dari penempatan sebelumnya, atau jika fasilitas baru lainnya memiliki kebutuhan yang lebih besar untuk lokasi saat itu juga. Kemampuan dalam mengubah lokasi fasilitas ini dalam berbagai tahapan proyek dapat meningkatkan efisiensi keseluruhan dari site layout, namun pemindahan posisi ini membutuhkan biaya pemindahan tambahan.

2.4 Logika Fuzzy

Logika Fuzzy adalah peningkatan dari logika Boolean yang berhadapan dengan konsep *kebenaran sebagian*. Saat logika klasik menyatakan bahwa segala hal dapat diekspresikan dalam istilah biner (0 atau 1, hitam atau putih, ya atau tidak), logika fuzzy menggantikan kebenaran boolean dengan tingkat kebenaran.

Logika Fuzzy memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1, tingkat keabuan dan juga hitam dan putih, dan dalam bentuk linguistik, konsep tidak pasti seperti "sedikit", "lumayan", dan "sangat". Logika ini berhubungan dengan set fuzzy dan teori

kemungkinan. Logika fuzzy diperkenalkan oleh Dr. Lotfi Zadeh dari Universitas California, Berkeley pada 1965.

2.5 Fuzzy Set

Konsep tentang Fuzzy Set diperkenalkan oleh Prof. Lotfi Astor Zadeh pada tahun 1965. Teori Fuzzy Set merupakan pengembangan dari teori Set (biasa) atau Crisp Set. Tingkat keanggotaan elemen pada fuzzy set berada pada interval $[0,1]$, tetapi tingkat keanggotaan pada crisp set berada pada himpunan $\{0,1\}$.

Perbedaan Crisp Set dan Fuzzy set terletak pada keanggotaan suatu obyek. pada crisp set suatu obyek hanya mempunyai dua kemungkinan keanggotaan yaitu *anggota himpunan* atau *bukan anggota himpunan*. Sehingga bila kita definisikan suatu tingkat keanggotaan pada crisp set maka tingkat keanggotaan suatu obyek yang menjadi elemen himpunan adalah 1 dan tingkat keanggotaan suatu obyek yang bukan elemen himpunan adalah 0. Sedangkan pada fuzzy set memiliki area *blurry* dalam mendefinisikan derajat keanggotaan himpunannya.

2.6 Indeks Kekaburan

Indeks kekaburan adalah jarak antara suatu himpunan fuzzy A dengan Himpunan crisp terdekat. Dalam mengukur indeks kekaburan fungsi f harus mengikuti hal-hal berikut :

1. $f(A)=0$, jika dan hanya jika A crisp
2. Jika $A < B$ maka $f(A) < f(B)$, jika $A < B$ berarti B lebih kabur atau A lebih tajam dari B
3. $F(x)$ akan mencapai $\max \Leftrightarrow A$ benar-benar kabur secara maksimum (nilai fuzzy maks = 0.5).

Ada 3 kelas yang paling sering digunakan dalam mencari indeks kekaburan, yaitu:

-) Hamming distance.

$$f(A) = \sum |\mu_A[x] - \mu_C[x]| \text{ atau}$$

$$f(A) = \sum \min[\mu_A[x], 1 - \mu_A[x]]$$

-) Euclidean distance.

$$f(A) = \{\sum [\mu_A[x] - \mu_C[x]]^2\}^{1/2}$$

-) Minkowski distance.

$$f(A) = \{\sum [\mu_A[x] - \mu_C[x]]^w\}^{1/w}$$

dengan $w \in [1, \infty]$.

2.7 Analytic Hierarchy Process (AHP)

Analytic Hierarchy Process (AHP) adalah teknik untuk mendukung proses pengambilan keputusan yang bertujuan untuk menentukan pilihan terbaik dari beberapa alternatif yang dapat diambil. AHP dikembangkan oleh Thomas L. Saaty pada tahun 1970-an, dan telah mengalami banyak perbaikan dan pengembangan hingga saat ini. Kelebihan AHP adalah dapat memberikan kerangka yang komprehensif dan rasional dalam menstrukturkan permasalahan pengambilan keputusan.

2.8 Jarak Tempuh (*Traveling Distance*)

Jarak tempuh (*traveling distance*) adalah jarak yang dicapai pada saat aliran pergerakan pekerja, peralatan dan material dari suatu fasilitas ke fasilitas lainnya. Tommelein (1992) mengatakan bahwa jika area yang disediakan untuk site facilities pada suatu proyek konstruksi memiliki lahan yang luas, maka permintaan terhadap kebutuhan area yang utama sebagai tempat peletakan fasilitas – fasilitas yang dibutuhkan semakin tinggi sehingga penempatan fasilitas dapat tersebar di area yang kosong. Hal tersebut akan menyebabkan bertambahnya jarak aliran pergerakan pekerja, peralatan dan material. Karena itu untuk mendapatkan site layout yang optimum, maka jarak tempuh aliran pergerakan harus diminumkan.

2.9 Penelitian Terdahulu

Tidak banyak pemelitian yang membahas tentang optimasi tata letak fasilitas pada suatu site konstruksi dengan berbagai metode optimasi yang dilakukan. Dari sekian banyak penelitian site layout yang telah dilakukan, terdapat sedikit studi yang menggunakan metode fuzzy, untuk lebih jelas dapat dilihat pada tabel 2.1. Sebagian besar peneliti terdahulu hanya mempertimbangkan nilai optimasi dengan satu tujuan (*single objective*). Untuk mendapatkan site layout yang optimal digunakan beberapa optimasi tujuan agar mendapat solusi yang lebih baik lagi.

Tabel 2.1 Penelitian Optimasi Site Layout terdahulu

Peneliti	Judul Penelitian	Tujuan Optimasi
Yeh (1995)	<i>Construction site layout using annealed neural network.</i>	Minimasi biaya layout
Li dan Love (1998)	<i>Site level facilities layout using genetic algorithms.</i>	Minimasi traveling distance
Hegazy dan Elbeltagi (1999)	<i>Evosite: Evolution based model for site layout planning.</i>	Minimasi biaya layout
Li dan Love (2000)	<i>Genetic search for solving construction site level unequal area facility layout problems.</i>	Minimasi traveling distance
Mawdesley dkk (2002)	<i>Genetic algorithms for construction site layout in project planning.</i>	Minimasi biaya layout
Sanad dkk (2008)	<i>Optimal construction site layout considering safety and enviromental aspects.</i>	Minimasi biaya layout, peningkatan safety
El Rayes dan Said (2009)	<i>Dynamic site layout planning using approximate dynamic programming.</i>	Minimasi biaya layout, peningkatan safety

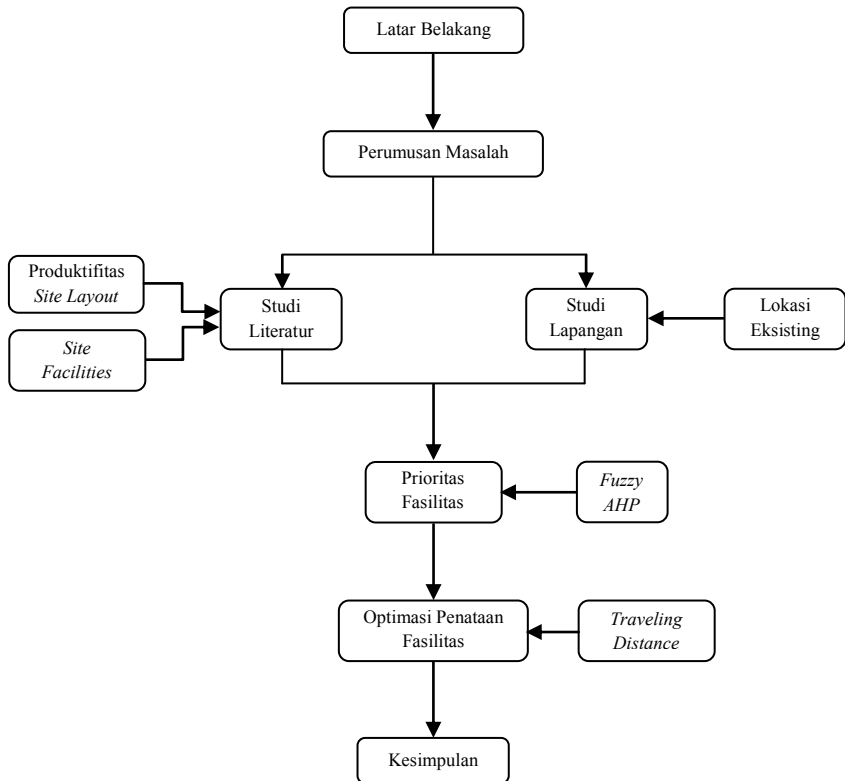
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III

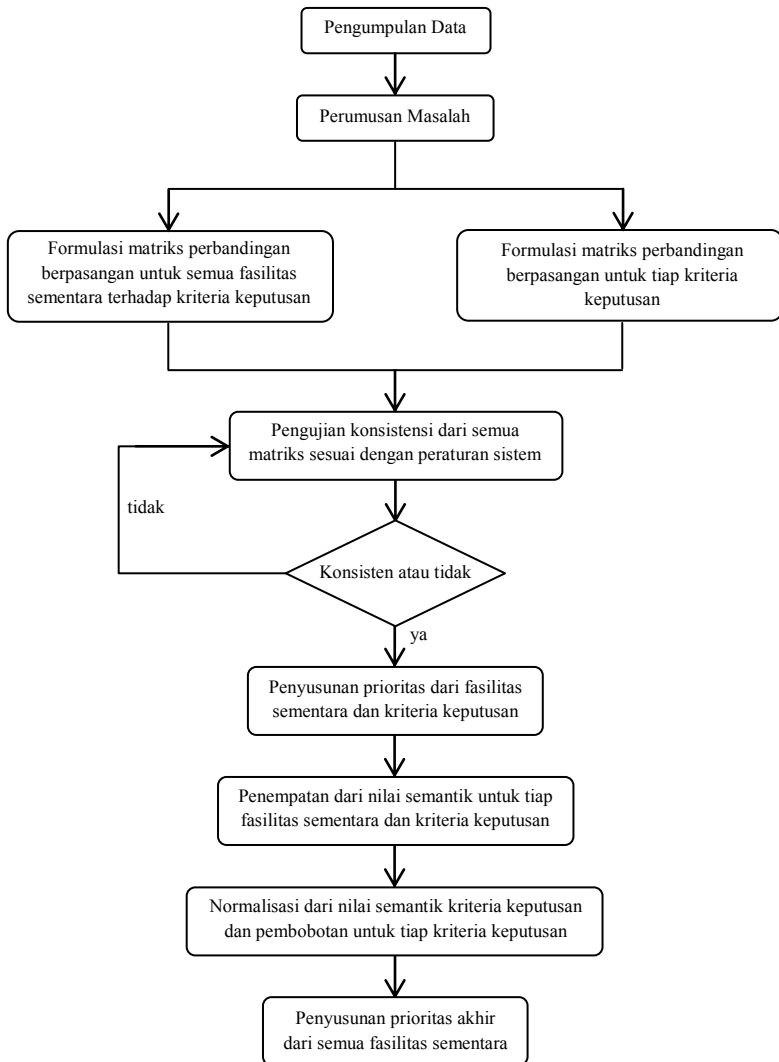
METODOLOGI

3.1 Tahapan Penelitian

Dalam bab metodologi penelitian ini, langkah – langkah yang dilakukan dalam penelitian secara keseluruhan akan dijelaskan pada diagram alir Tugas Akhir dengan judul “Optimalisasi site layout dengan menggunakan fuzzy AHP pada proyek The Samator Surabaya” seperti pada gambar 3.1



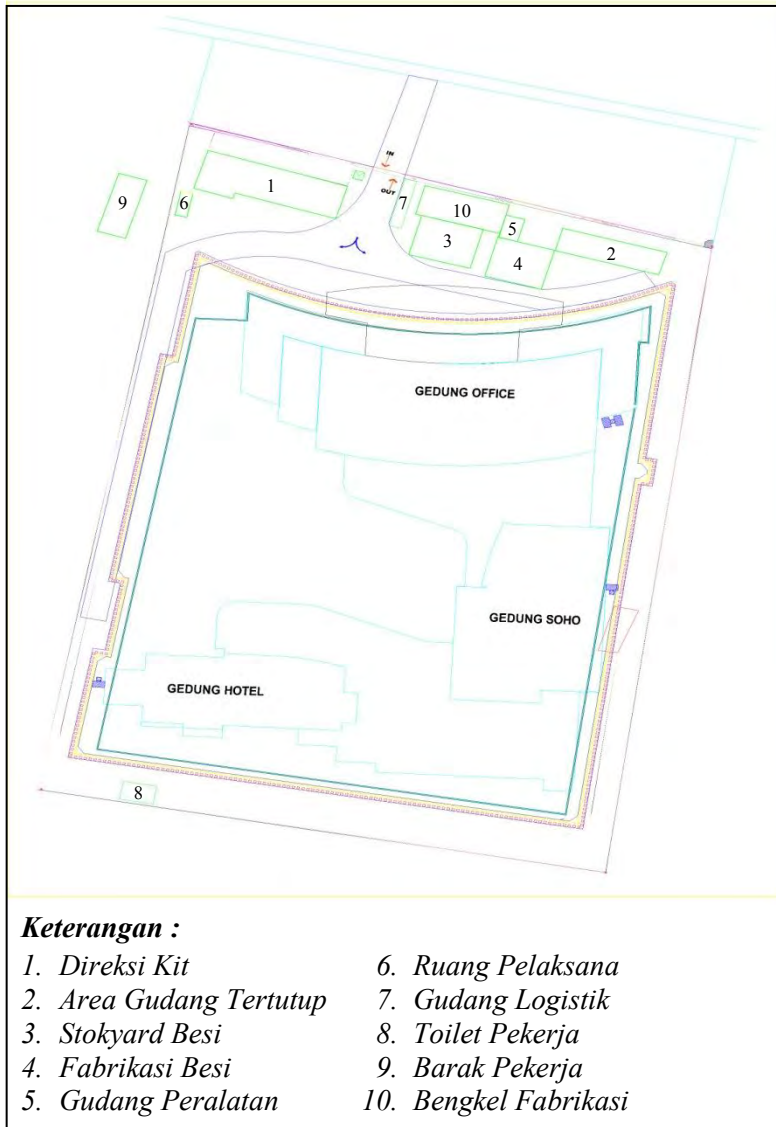
Gambar 3.1 Diagram alir tugas akhir



Gambar 3.2 Diagram alir Metode Fuzzy AHP

3.2 Survey Pendahuluan

Pada penelitian ini diperlukan survey pendahuluan untuk mendapatkan beberapa data primer dan sekunder yang didapat dari survey lapangan dan beberapa literatur – literatur yang mendukung judul tugas akhir ini seperti denah site layout yang tersaji seperti pada Gambar 3.3 dan wawancara dengan tenaga ahli (project manager / site manager) di lapangan untuk perhitungan fuzzy.



Gambar 3.3 Site Layout The Samator Surabaya

3.3 Penentuan Prioritas Fasilitas

Untuk penelitian ini menggunakan metode fuzzy AHP dalam mengoptimalkan fasilitas sementara yang ada dengan cara menentukan urutan prioritas fasilitas sementara pada lokasi proyek maka langkah – langkah yang harus dilakukan adalah sebagai berikut

1. Perbandingan berpasangan (*Pairwise Comparisons*)
2. Pengujian konsistensi matriks *pairwise comparisons*
3. Penyusunan prioritas dan pemberian nilai prioritas untuk fasilitas sementara
4. Penurunan pembobotan dengan menormalisasi nilai semantik
5. Penentuan hasil akhir prioritas fasilitas sementara pada proyek

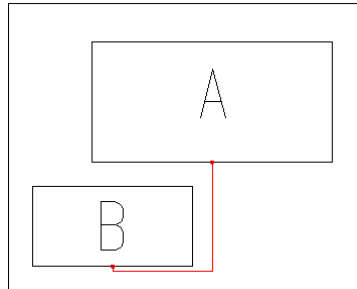
3.4 Perhitungan Fuzzy AHP

1) Perbandingan berpasangan (*Pairwise Comparisons*)

Perbandingan berpasangan dibuat dengan membandingkan antara 2 fasilitas sementara dimana terdapat 3 skala yaitu „lebih penting“, „sama penting“, dan „kurang penting“ dengan nilai masing – masing 1; 0,5 ; dan 0. dengan nilai 0 berarti elemen X „kurang penting“ dibandingkan dengan elemen Y. nilai 0,5 berarti elemen X „sama penting“ dibandingkan dengan elemen Y. dan nilai 1 berarti elemen X „lebih penting“ dibandingkan dengan elemen Y. Didapat dari hasil wawancara dari tenaga ahli (Project Manager / Site Manager) di lapangan.

2) Pengujian konsistensi matriks perbandingan berpasangan

Pengujian konsistensi digunakan untuk melihat apakah nilai dari matriks sudah tepat dan sama. Seperti contoh jika fasilitas „tower crane“ dianggap lebih penting daripada „area gudang“, dan „site office“ dianggap kurang penting daripada „area gudang“, maka „site office“ sudah pasti dianggap kurang penting daripada



Gambar 3.4 Titik Pengukuran Jarak Antar Fasilitas

Dan untuk memudahkan perhitungan frekuensi perjalanan pekerja, maka data yang didapat dari fasilitas A menuju B dan sebaliknya dianggap sama.

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Survey dan Pengumpulan Data

Survey dilakukan pada proyek pembangunan gedung The Samator yang berlokasi di Jalan Kedung Baruk Raya Surabaya. Proyek The Samator ini merupakan bangunan yang terdiri dari tower perkantoran 21 lantai, tower hotel 25 lantai dan tower soho dengan jumlah lantai sebanyak 25 lantai dan masih menjadi satu kesatuan dari lantai basement hingga lantai 5. Survey dilakukan untuk memperoleh data kepentingan antar fasilitas pada tiap kriteria, kepentingan antar kriteria keputusan, tata letak fasilitas dan ukuran tiap-tiap fasilitas, jarak antar fasilitas, serta frekuensi perpindahan antar fasilitas.

Survey dilakukan dengan melibatkan staf ahli dari lokasi proyek seperti site engineer yang menangani metode proyek, serta drafter pada lokasi proyek. Dari proses survey dan wawancara dengan kontraktor didapatkan informasi bahwa kebutuhan fasilitas selama proses konstruksi yang dibutuhkan sebanyak 10 fasilitas yaitu direksi kit, area gudang tertutup, stokyard besi, fabrikasi besi, gudang peralatan, ruang pelaksana, gudang logistik, toilet pekerja, barak pekerja, dan bengkel fabrikasi.

Dari hasil survey yang dilakukan melalui proses pengamatan di lapangan dan wawancara pada kontraktor, maka didapat data sebagai berikut:

- a. Untuk melakukan optimasi *site layout*, maka perlu adanya identifikasi fasilitas. Identifikasi ini bertujuan untuk mengetahui jumlah fasilitas dan sifat dari fasilitas tersebut. Semua fasilitas yang ada diidentifikasi untuk mengetahui luas masing-masing fasilitas. Hasil identifikasi tipe fasilitas dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Identifikasi Fasilitas Sementara

No	Fasilitas	Luas (m2)
1	Direksi Kit	264
2	Area Gudang Tertutup	126
3	Stokyard Besi	130
4	Fabrikasi Besi	120
5	Gudang Peralatan	23
6	Bengkel Fabrikasi	130
7	Ruang Pelaksana	30
8	Gudang Logistik	30
9	Toilet Pekerja	31
10	Barak Pekerja	90

- b. Matriks perbandingan berpasangan antar fasilitas sementara diperoleh dari perhitungan hasil wawancara dan kuisioner kepada staf ahli di lapangan. Contoh hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.2 dan 4.3 dan secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 1 dan 2

Tabel 4.2 Matriks Perbandingan Berpasangan antar Fasilitas

C1 (Ukuran Bangunan)	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Gudang Peralatan	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Barak Pekerja	Bengkel Fabrikasi	ΣSum
Direksi Kit	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9.5
Area Gudang Tertutup	0	0.5	0	1	1	1	1	1	1	0	6.5
Stokyard Besi	0	1	0.5	1	1	1	1	1	1	0.5	8
Fabrikasi Besi	0	0	0	0.5	1	1	1	1	1	0	5.5
Gudang Peralatan	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0.5
Ruang Pelaksana	0	0	0	0	1	0.5	0.5	0.5	0	0	2.5
Gudang Logistik	0	0	0	0	1	0.5	0.5	0.5	0	0	2.5
Toilet Pekerja	0	0	0	0	1	0.5	0.5	0.5	0	0	2.5
Barak Pekerja	0	0	0	0	1	1	1	1	0.5	0	4.5
Bengkel Fabrikasi	0	1	0.5	1	1	1	1	1	1	0.5	8

Tabel 4.3 Matriks Perbandingan Berpasangan antar Kriteria

Kriteria Keputusan	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	ΣSum
C1	0.5	0	0	1	0.5	0	1	0.5	1	4.5
C2	1	0.5	1	1	1	0.5	1	1	1	8
C3	1	0	0.5	1	1	0	1	1	0	5.5
C4	0	0	0	0.5	0	0	1	0	1	2.5
C5	0.5	0	0	1	0.5	0	1	0.5	1	4.5
C6	1	0.5	1	1	1	0.5	1	1	1	8
C7	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0.5
C8	0.5	0	0	1	0.5	0	1	0.5	1	4.5
C9	0	0	1	0	0	0	1	0	0.5	2.5

- c. Jarak antar fasilitas diperoleh dari pengukuran di lapangan. Hasil pengukuran jarak antar fasilitas pada lokasi proyek dapat dilihat pada tabel 4.4 dibawah ini

Tabel 4.4 Jarak Antar Fasilitas Sementara pada proyek

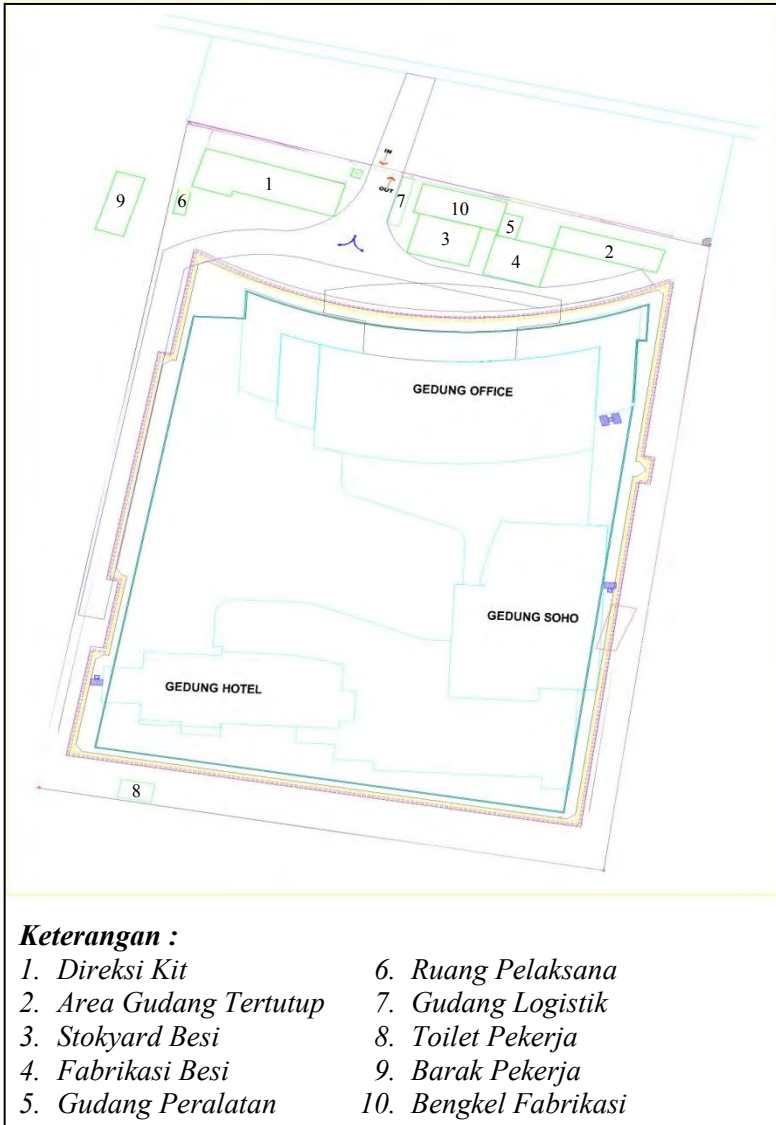
Jarak (meter)	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Gudang Peralatan	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Barak Pekerja	Bengkel Fabrikasi
Direksi Kit	0	71	30	46	54	31	18	231	159	31
Area Gudang Tertutup	71	0	41	25	17	88	53	295	220	40
Stokyard Besi	30	41	0	16	24	54	12	254	179	5
Fabrikasi Besi	46	25	16	0	8	70	15	270	195	15
Gudang Peralatan	54	17	24	8	0	78	36	278	203	3
Ruang Pelaksana	31	88	54	70	78	0	42	206	183	54
Gudang Logistik	18	53	12	15	36	42	0	242	141	4
Toilet Pekerja	231	295	254	270	278	206	242	0	383	255
Barak Pekerja	159	220	179	195	203	183	141	383	0	173
Bengkel Fabrikasi	31	40	5	15	3	54	4	255	173	0

- d. Frekuensi antar fasilitas, dari proses pengamatan di lapangan dan wawancara dengan kontraktor pelaksana pada proyek tersebut, maka didapat data frekuensi perpindahan pekerja antar fasilitas dapat dilihat pada tabel 4.5

Tabel 4.5 Frekuensi Perjalanan Pekerja Antar Fasilitas

Frekuensi (dalam 1 hari)	Diruksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Gudang Peralatan	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Barak Pekerja	Bengkel Fabrikasi
Diruksi Kit	0	3	2	2	2	10	3	0	3	5
Area Gudang Tertutup	3	0	6	3	2	8	6	3	7	0
Stokyard Besi	2	6	0	15	2	8	6	9	15	5
Fabrikasi Besi	2	3	15	0	5	8	6	9	12	3
Gudang Peralatan	2	2	2	5	0	7	2	3	3	8
Ruang Pelaksana	10	8	8	8	7	0	8	0	0	3
Gudang Logistik	3	6	6	6	2	8	0	3	7	5
Toilet Pekerja	0	3	9	9	3	0	3	0	50	0
Barak Pekerja	3	7	15	12	3	0	7	50	0	0
Bengkel Fabrikasi	5	0	5	3	8	3	5	0	0	0

- e. Gambar model *site layout*, setelah data-data tersebut didapat maka dilakukan pemodelan awal untuk *site layout* proyek. gambar *site layout* seperti pada gambar 4.1 berikut.



Gambar 4.1 Site Layout The Samator Surabaya

4.2 Perhitungan Fuzzy AHP

Dalam sebuah proyek sering kali ditemukan sebuah kasus dimana fasilitas sementara pada proyek tidak cukup untuk ditampung pada lahan yang tersedia, sehingga beberapa fasilitas sementara yang ada harus diletakkan diluar lokasi proyek dan mengakibatkan produktifitas pekerjaan tidak optimal. Fuzzy AHP digunakan untuk mengetahui urutan prioritas tiap fasilitas sementara pada tiap kriteria yang ada sehingga optimalisasi bisa tercapai. Seperti pada proyek The Samator Surabaya yang memiliki 10 fasilitas sementara tetapi dalam kondisi eksistingnya, lahan yang tersedia hanya dapat menampung 9 fasilitas sementara yang ada. Secara garis besar maka perhitungan fuzzy AHP yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :



Setelah didapat data hasil survey, maka langkah berikutnya yang harus dilakukan adalah melakukan formulasi matriks perbandingan berpasangan fuzzy AHP sehingga didapatkan nilai prioritas antar fasilitas sementara untuk tiap – tiap kriteria keputusan dan nilai prioritas antar kriteria keputusan.

Pada proyek The Samator ini, kriteria yang digunakan dalam fuzzy AHP meliputi ukuran bangunan, biaya pemasangan, dampak lingkungan, siklus pekerja, jarak fasilitas, keamanan, batasan akses, kebutuhan luas, serta berat dan kuantitas dari material.

1. Ukuran bangunan adalah kriteria yang menjelaskan tentang ukuran fasilitas sementara dilihat dari panjang, lebar, dan tinggi dari fasilitas sementara tersebut.

2. Biaya pemasangan adalah kriteria yang menjelaskan tentang seberapa besar biaya yang dikeluarkan untuk membuat fasilitas sementara tersebut.
3. Dampak lingkungan adalah kriteria yang menjelaskan tentang seberapa banyak limbah yang dihasilkan dari fasilitas sementara tersebut.
4. Siklus pekerja adalah kriteria yang menjelaskan tentang seberapa banyak pekerja yang melewati fasilitas sementara tersebut.
5. Jarak fasilitas adalah kriteria yang menjelaskan tentang seberapa dekat fasilitas sementara tersebut dari titik pertemuan (*meeting point*).
6. Keamanan adalah kriteria yang menjelaskan tentang seberapa besar tingkat keamanan suatu fasilitas sementara yang dibutuhkan dari kecelakaan pada proyek tersebut.
7. Batasan akses adalah kriteria yang menjelaskan tentang seberapa besar tingkat kepentingan sebuah fasilitas sementara untuk dimasuki oleh orang – orang tertentu.
8. Kebutuhan luas adalah kriteria yang menjelaskan tentang seberapa besar luas yang harusnya dimiliki oleh sebuah fasilitas sementara pada proyek.
9. Berat dan kuantitas material adalah kriteria yang menjelaskan tentang jumlah dari material yang ada pada sebuah fasilitas sementara.

Hasil formulasi dari matriks perbandingan berpasangan kemudian dicek ulang sehingga formula matriks yang ada dapat dianggap konsisten. Seperti pada Tabel 4.6 dimana dalam matriks untuk kriteria *dampak lingkungan*, fasilitas area gudang tertutup memiliki nilai yang sama dengan fasilitas gudang logistik sehingga perbandingan berpasangan antara fasilitas gudang logistik dengan fasilitas sementara yang lainnya dianggap sama

dengan perbandingan berpasangan antara fasilitas area gudang tertutup dengan fasilitas sementara yang lainnya. Hal inipun berlaku untuk fasilitas stokyard besi dengan fasilitas Ruang pelaksana yang memiliki nilai yang sama.

Tabel 4.6 Pengecekan Ulang untuk Konsistensi Matriks

C3 (Dampak Lingkungan)	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Gudang Peralatan	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Barak Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Σ Sum
Direksi Kit	0.5	1	1	0	1	1	1	0	0	1	6.5
Area Gudang Tertutup	0	0.5	1	0	1	1	0.5	0	0	0	4
Stokyard Besi	0	0	0.5	0	0	0.5	0	0	0	0	1
Fabrikasi Besi	1	1	1	0.5	1	1	1	0	1	1	8.5
Gudang Peralatan	0	0	1	0	0.5	1	0	0	0	0	2.5
Ruang Pelaksana	0	0	0.5	0	0	0.5	0	0	0	0	1
Gudang Logistik	0	0.5	1	0	1	1	0.5	0	0	0	4
Toilet Pekerja	1	1	1	1	1	1	1	0.5	0	1	8.5
Barak Pekerja	1	1	1	0	1	1	1	1	0.5	1	8.5
Bengkel Fabrikasi	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0.5	5.5

4.3 Klasifikasi dan Skoring Elemen Kriteria

Setelah didapatkan nilai total dari tiap – tiap fasilitas sementara, selanjutnya fasilitas sementara diurutkan dari nilai terbesar ke nilai terkecil sehingga dapat dibandingkan satu fasilitas dengan yang lainnya untuk pemberian nilai semantik seperti contoh pada Tabel 4.7 dan secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 3 dimana nilai - nilai tersebut didapatkan dari Tabel 4.8

Tabel 4.7 Penyusunan nilai prioritas

C3 (Dampak Lingkungan)	Σ Sum	Score
Fabrikasi Besi	8.5	1
Toilet Pekerja	8.5	1
Barak Pekerja	8.5	1
Direksi Kit	6.5	0.818
Bengkel Fabrikasi	5.5	0.667
Area Gudang Tertutup	4	0.429
Gudang Logistik	4	0.429
Gudang Peralatan	2.5	0.25
Stokyard Besi	1	0.176
Ruang Pelaksana	1	0.176

Tabel 4.8 Operasi Nilai Semantik

Operasi Semantik	ia_{ij}	ir_j
sama	0.5	1.000
<i>di antara</i>	0.525	0.905
berbeda tipis	0.55	0.818
<i>di antara</i>	0.575	0.739
sedikit berbeda	0.6	0.667
<i>di antara</i>	0.625	0.600
cukup berbeda	0.65	0.538
<i>di antara</i>	0.675	0.481
berbeda yang cukup mencolok	0.7	0.429
<i>di antara</i>	0.725	0.379
jelas berbeda	0.75	0.333
<i>di antara</i>	0.775	0.290
sangat berbeda	0.8	0.250
<i>di antara</i>	0.825	0.212
berbeda secara signifikan	0.85	0.176
<i>di antara</i>	0.875	0.143
berbeda secara sangat signifikan	0.9	0.111
<i>di antara</i>	0.925	0.081
berbeda cukup ekstrim	0.95	0.053
<i>di antara</i>	0.975	0.026
tidak dapat disamakan	1	0.000

4.4 Pembobotan dan Normalisasi Nilai Semantik

Pembobotan diberikan untuk tiap kriteria keputusan dengan cara menormalisasi nilai semantik kriteria keputusan yang ada seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.9 dan Tabel 4.10

Tabel 4.9 Pemberian Nilai Semantik Kriteria Keputusan

Kriteria Keputusan	Σ Sum	Score
Biaya Pemasangan	8	1
Keamanan	8	1
Dampak Lingkungan	5.5	0.739
Ukuran Bangunan	4.5	0.538
Jarak dari titik aman	4.5	0.538
Kebutuhan Luas	4.5	0.538
Berat & Kuantitas Material	2.5	0.333
Siklus Pekerja	2.5	0.333
Batasan Akses	0.5	0.176

Tabel 4.10 Pembobotan dengan Menormalisasi Kriteria Keputusan

PEMBOBOTAN					
C1	0.538	/	5.195	=	0.104
C2	1.000	/	5.195	=	0.192
C3	0.739	/	5.195	=	0.142
C4	0.538	/	5.195	=	0.104
C5	0.538	/	5.195	=	0.104
C6	1.000	/	5.195	=	0.192
C7	0.176	/	5.195	=	0.034
C8	0.333	/	5.195	=	0.064
C9	0.333	/	5.195	=	0.064
ΣSum	5.195				

4.5 Penentuan Akhir Prioritas Fasilitas Sementara

Seperti yang sudah dijelaskan pada bab sebelumnya tentang cara mencari indeks kekaburan dengan cara *hamming* dan *euclidian distance* maka diketahui prioritas semua fasilitas sementara yang terdapat pada proyek seperti ditunjukkan pada Tabel 4.11

Tabel 4.11 Rekapitulasi Prioritas Fasilitas Sementara

Fasilitas Sementara	P = 1	P = 2	Rata - Rata
	U (j)	U (j)	U (j)
Direksi Kit	0.981	0.999	0.990
Area Gudang Tertutup	0.654	0.679	0.667
Stokyard Besi	0.450	0.246	0.348
Fabrikasi Besi	0.367	0.203	0.285
Gudang Peralatan	0.153	0.041	0.097
Ruang Pelaksana	0.554	0.728	0.641
Gudang Logistik	0.635	0.686	0.661
Toilet Pekerja	0.400	0.333	0.367
Barak Pekerja	0.871	0.978	0.924
Bengkel Fabrikasi	0.556	0.449	0.502

Maka urutan prioritas fasilitas sementara pada proyek dapat dilihat pada Tabel 4.12 sebagai berikut :

Tabel 4.12 Urutan Prioritas Fasilitas Sementara

No	Fasilitas Sementara
1.	Direksi Kit
2.	Barak Pekerja
3.	Area Gudang Tertutup
4.	Gudang Logistik
5.	Ruang Pelaksana
6.	Bengkel Fabrikasi
7.	Toilet Pekerja
8.	Stokyard Besi
9.	Fabrikasi Besi
10.	Gudang Peralatan

4.6 Perhitungan *Traveling Distance*

Setelah didapat prioritas fasilitas sementara dari hasil perhitungan fuzzy AHP, maka langkah berikutnya yaitu melakukan perhitungan *traveling distance* untuk fasilitas fasilitas yang diperlukan sebanyak 10 fasilitas sementara yang ada dimana 9 fasilitas sementara dengan prioritas teratas dilakukan pertukaran lokasi dan 1 fasilitas sementara dengan nilai prioritas terendah dianggap berada di luar lokasi proyek sehingga tidak dapat dilakukan pertukaran. Jika optimasi dilakukan dengan melakukan pertukaran lokasi antara dua fasilitas di lapangan, maka kemungkinan alternatif perpindahan fasilitas sebanyak 37 alternatif (lihat lampiran 3). Dari 37 kemungkinan alternatif tersebut akan dianalisis alternatif-alternatif yang dapat digunakan dan tidak dapat digunakan. Analisis tersebut berdasarkan pada beberapa ketentuan sebagai berikut:

1. Alternatif tidak dapat digunakan jika berhubungan dengan pertukaran lokasi direksi kit, karena perbedaan luasan yang terlalu besar.
2. Alternatif tidak dapat digunakan jika fasilitas yang akan ditukar menutup jalan proyek

Berdasarkan dua ketentuan di atas maka, dari 37 alternatif tersebut ada alternatif yang tidak dapat digunakan. Alternatif 2 sampai dengan alternatif 9 tidak dapat digunakan karena pada alternatif tersebut berhubungan dengan pertukaran lokasi direksi kit. Alternatif 10,11,13, dan 14 juga tidak dapat digunakan karena luas dua fasilitas yang akan ditukar lokasi memiliki luas yang tidak sebanding. Pada alternatif 15 dan 16, meskipun luas antar dua fasilitas yang akan ditukar lokasi tidak sebanding, akan tetapi dari hasil penerapan pada gambar perencanaan alternatif ini masih memungkinkan untuk digunakan. Alternatif 18 sampai dengan 22 tidak dapat digunakan karena dalam penerapannya pada gambar perencanaan tidak memungkinkan. Secara keseluruhan dari hasil analisis 37 alternatif tersebut hanya ada 10 alternatif yang dapat digunakan yang dapat dilihat pada tabel 4.13.

Tabel 4.13 Alternatif Fasilitas Sementara yang dapat Digunakan

ALTERNATIF	LOKASI									
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
Kondisi Awal	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Gudang Peralatan	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Barak Pekerja
Alternatif 1	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Barak Pekerja	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Alternatif 12	Direksi Kit	Barak Pekerja	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Area Gudang Tertutup	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Alternatif 15	Direksi Kit	Toilet Pekerja	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Barak Pekerja	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Area Gudang Tertutup	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Alternatif 16	Direksi Kit	Bengkel Fabrikasi	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Barak Pekerja	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Area Gudang Tertutup	Gudang Peralatan
Alternatif 17	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Fabrikasi Besi	Stokyard Besi	Barak Pekerja	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Alternatif 23	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Barak Pekerja	Fabrikasi Besi	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Alternatif 30	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Toilet Pekerja	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Barak Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Alternatif 31	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Bengkel Fabrikasi	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Barak Pekerja	Gudang Peralatan
Alternatif 32	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Barak Pekerja	Gudang Logistik	Ruang Pelaksana	Toilet Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Alternatif 33	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Barak Pekerja	Toilet Pekerja	Gudang Logistik	Ruang Pelaksana	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan

traveling distance merupakan hasil akumulasi total dari perkalian jarak antar fasilitas dengan frekuensi perjalanan pekerja. Dimana tiap iterasi antar fasilitas sementara yang ada dihitung Hasil dari perhitungan *traveling distance* masing-masing alternatif adalah sebagai berikut.

Kondisi Eksisting

Tabel 4.14 Letak Fasilitas pada Kondisi Eksisting

ALTERNATIF	LOKASI									
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
Kondisi Awal	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Gudang Peralatan	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Barak Pekerja

Kondisi Eksisting fasilitas sementara sesuai Tabel 4.14 diatas, dimana belum ada fasilitas yang dipindahkan. Untuk mendapatkan nilai *Traveling Distance (TD)* pada kondisi eksisting, maka perhitungan dilakukan dengan mengalikan jarak antar fasilitas dengan frekuensi perpindahan pekerja, hasil dari perkalian tersebut kemudian akan dijumlahkan seluruhnya. Perhitungan *Traveling Distance* tersebut sesuai dengan persamaan (3) pada bab 3.

Dari perhitungan TD kondisi eksisting didapatkan nilai TD sebesar 80060 meter. Untuk proses perhitungannya dapat dilihat pada lampiran 4 serta gambar site layoutnya dapat dilihat pada lampiran 15.

Alternatif 1

Tabel 4.15 Letak Fasilitas pada Alternatif 1

ALTERNATIF	LOKASI									
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
Alternatif 1	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Barak Pekerja	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan

Alternatif 1 adalah kondisi fasilitas sementara setelah perhitungan fuzzy, dimana pada alternatif ini fasilitas Gudang Peralatan diletakkan diluar lokasi proyek karena memiliki skala prioritas terendah dari semua fasilitas sementara yang ada dan sebaliknya fasilitas Barak Pekerja dimasukkan kedalam lokasi dan untuk alternatif selanjutnya fasilitas Gudang Peralatan akan bersifat *constrain* diluar lokasi. Untuk mendapatkan nilai *Traveling Distance (TD)* pada alternatif 1, maka perhitungan dilakukan dengan mengalikan jarak antar fasilitas dengan frekuensi perpindahan pekerja, hasil dari perkalian tersebut kemudian akan dijumlahkan seluruhnya. Perhitungan *Traveling Distance* tersebut sesuai dengan persamaan (3) pada bab 3.

Dari perhitungan TD alternatif 1 didapatkan nilai TD sebesar 64442 meter. Apabila dibandingkan dengan nilai TD kondisi eksisting maka alternatif ini mengalami penurunan nilai TD sebesar 19,5%. Untuk proses perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada lampiran 5 dan gambar site layoutnya dapat dilihat pada lampiran 16.

Alternatif 12

Tabel 4.16 Letak Fasilitas pada Alternatif 12

ALTERNATIF	LOKASI									
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
Alternatif 12	Direksi Kit	Barak Pekerja	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Area Gudang Tertutup	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan

Perhitungan alternatif 12, terdapat 2 fasilitas yang ditukar lokasinya yaitu Area Gudang Tertutup dan Barak Pekerja. Untuk mendapatkan nilai *Traveling Distance (TD)* pada alternatif 12, maka perhitungan dilakukan dengan mengalikan jarak antar fasilitas dengan frekuensi perpindahan pekerja, hasil dari perkalian tersebut kemudian akan dijumlahkan seluruhnya. Perhitungan *Traveling Distance* tersebut sesuai dengan persamaan (3) pada bab 3.

Dari perhitungan TD alternatif 12 didapatkan nilai TD sebesar 65518 meter. Apabila dibandingkan dengan nilai TD kondisi eksisting maka alternatif ini mengalami penurunan nilai TD sebesar 18,2%. Untuk proses perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada lampiran 6 dan gambar site layoutnya dapat dilihat pada lampiran 17.

Alternatif 15

Tabel 4.17 Letak Fasilitas pada Alternatif 15

ALTERNATIF	LOKASI									
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
Alternatif 15	Direksi Kit	Toilet Pekerja	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Barak Pekerja	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Area Gudang Tertutup	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan

Perhitungan alternatif 15, terdapat 2 fasilitas yang ditukar lokasinya yaitu Area Gudang Tertutup dan Toilet Pekerja. Untuk mendapatkan nilai *Traveling Distance (TD)* pada alternatif 15, maka perhitungan dilakukan dengan mengalikan jarak antar fasilitas dengan frekuensi perpindahan pekerja, hasil dari perkalian tersebut kemudian akan dijumlahkan seluruhnya. Perhitungan *Traveling Distance* tersebut sesuai dengan persamaan (3) pada bab 3.

Dari perhitungan TD alternatif 15 didapatkan nilai TD sebesar 52775 meter. Apabila dibandingkan dengan nilai TD kondisi eksisting maka alternatif ini mengalami penurunan nilai TD sebesar 34,1%. Untuk proses perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada lampiran 7 dan gambar site layoutnya dapat dilihat pada lampiran 18.

Alternatif 16

Tabel 4.18 Letak Fasilitas pada Alternatif 16

ALTERNATIF	LOKASI									
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
Alternatif 16	Direksi Kit	Bengkel Fabrikasi	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Barak Pekerja	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Area Gudang Tertutup	Gudang Peralatan

Perhitungan alternatif 16, terdapat 2 fasilitas yang ditukar lokasinya yaitu Area Gudang Tertutup dan Bengkel Fabrikasi.

Untuk mendapatkan nilai *Traveling Distance (TD)* pada alternatif 16, maka perhitungan dilakukan dengan mengalikan jarak antar fasilitas dengan frekuensi perpindahan pekerja, hasil dari perkalian tersebut kemudian akan dijumlahkan seluruhnya. Perhitungan *Traveling Distance* tersebut sesuai dengan persamaan (3) pada bab 3.

Dari perhitungan TD alternatif 16 didapatkan nilai TD sebesar 64613 meter. Apabila dibandingkan dengan nilai TD kondisi eksisting maka alternatif ini mengalami penurunan nilai TD sebesar 19,3%. Untuk proses perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada lampiran 8 dan gambar site layoutnya dapat dilihat pada lampiran 19.

Alternatif 17

Tabel 4.19 Letak Fasilitas pada Alternatif 17

ALTERNATIF	LOKASI									
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
Alternatif 17	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Fabrikasi Besi	Stokyard Besi	Barak Pekerja	Ruang Pelaksamu	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan

Perhitungan alternatif 17, terdapat 2 fasilitas yang ditukar lokasinya yaitu Stokyard Besi dan Fabrikasi Besi. Untuk mendapatkan nilai *Traveling Distance (TD)* pada alternatif 17, maka perhitungan dilakukan dengan mengalikan jarak antar fasilitas dengan frekuensi perpindahan pekerja, hasil dari perkalian tersebut kemudian akan dijumlahkan seluruhnya. Perhitungan *Traveling Distance* tersebut sesuai dengan persamaan (3) pada bab 3.

Dari perhitungan TD alternatif 17 didapatkan nilai TD sebesar 64270 meter. Apabila dibandingkan dengan nilai TD kondisi eksisting maka alternatif ini mengalami penurunan nilai TD sebesar 19,7%. Untuk proses perhitungan lengkapnya dapat

dilihat pada lampiran 9 dan gambar *site layout*nya dapat dilihat pada lampiran 20.

Alternatif 23

Tabel 4.20 Letak Fasilitas pada Alternatif 23

ALTERNATIF	LOKASI									
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
Alternatif 23	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Barak Pekerja	Fabrikasi Besi	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan

Perhitungan alternatif 23, terdapat 2 fasilitas yang ditukar lokasinya yaitu Fabrikasi Besi dan Barak Pekerja. Untuk mendapatkan nilai *Traveling Distance (TD)* pada alternatif 23, maka perhitungan dilakukan dengan mengalikan jarak antar fasilitas dengan frekuensi perpindahan pekerja, hasil dari perkalian tersebut kemudian akan dijumlahkan seluruhnya. Perhitungan *Traveling Distance* tersebut sesuai dengan persamaan (3) pada bab 3.

Dari perhitungan TD alternatif 23 didapatkan nilai TD sebesar 64177 meter. Apabila dibandingkan dengan nilai TD kondisi eksisting maka alternatif ini mengalami penurunan nilai TD sebesar 19,8%. Untuk proses perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada lampiran 10 dan gambar *site layout*nya dapat dilihat pada lampiran 21.

Alternatif 30

Tabel 4.21 Letak Fasilitas pada Alternatif 30

ALTERNATIF	LOKASI									
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
Alternatif 30	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Toilet Pekerja	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Barak Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan

Perhitungan alternatif 30, terdapat 2 fasilitas yang ditukar lokasinya yaitu Barak Pekerja dan Toilet Pekerja. Untuk mendapatkan nilai *Traveling Distance (TD)* pada alternatif 30, maka perhitungan dilakukan dengan mengalikan jarak antar fasilitas dengan frekuensi perpindahan pekerja, hasil dari perkalian tersebut kemudian akan dijumlahkan seluruhnya. Perhitungan *Traveling Distance* tersebut sesuai dengan persamaan (3) pada bab 3.

Dari perhitungan TD alternatif 30 didapatkan nilai TD sebesar 69075 meter. Apabila dibandingkan dengan nilai TD kondisi eksisting maka alternatif ini mengalami penurunan nilai TD sebesar 13,7%. Untuk proses perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada lampiran 11 dan gambar *site layout*nya dapat dilihat pada lampiran 22.

Alternatif 31

Tabel 4.22 Letak Fasilitas pada Alternatif 31

ALTERNATIF	LOKASI									
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
Alternatif 31	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Bengkel Fabrikasi	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Barak Pekerja	Gudang Peralatan

Perhitungan alternatif 31, terdapat 2 fasilitas yang ditukar lokasinya yaitu Barak Pekerja dan Bengkel Fabrikasi. Untuk mendapatkan nilai *Traveling Distance (TD)* pada alternatif 31, maka perhitungan dilakukan dengan mengalikan jarak antar fasilitas dengan frekuensi perpindahan pekerja, hasil dari perkalian tersebut kemudian akan dijumlahkan seluruhnya. Perhitungan *Traveling Distance* tersebut sesuai dengan persamaan (3) pada bab 3.

Dari perhitungan TD alternatif 31 didapatkan nilai TD sebesar 63680 meter. Apabila dibandingkan dengan nilai TD kondisi eksisting maka alternatif ini mengalami penurunan nilai

TD sebesar 20,5%. Untuk proses perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada lampiran 12 dan gambar *site layout*nya dapat dilihat pada lampiran 23.

Alternatif 32

Tabel 4.23 Letak Fasilitas pada Alternatif 32

ALTERNATIF	LOKASI									
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
Alternatif 32	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Barak Pekerja	Gudang Logistik	Ruang Pelaksana	Toilet Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Gudang Perlatan

Perhitungan alternatif 32, terdapat 2 fasilitas yang ditukar lokasinya yaitu Ruang Pelaksana dan Gudang Logistik. Untuk mendapatkan nilai *Traveling Distance (TD)* pada alternatif 32, maka perhitungan dilakukan dengan mengalikan jarak antar fasilitas dengan frekuensi perpindahan pekerja, hasil dari perkalian tersebut kemudian akan dijumlahkan seluruhnya. Perhitungan *Traveling Distance* tersebut sesuai dengan persamaan (3) pada bab 3.

Dari perhitungan TD alternatif 32 didapatkan nilai TD sebesar 64373 meter. Apabila dibandingkan dengan nilai TD kondisi eksisting maka alternatif ini mengalami penurunan nilai TD sebesar 19,6%. Untuk proses perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada lampiran 13 dan gambar *site layout*nya dapat dilihat pada lampiran 24.

Alternatif 33

Tabel 4.24 Letak Fasilitas pada Alternatif 33

ALTERNATIF	LOKASI									
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
Alternatif 33	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Barak Pekerja	Toilet Pekerja	Gudang Logistik	Ruang Pelaksana	Bengkel Fabrikasi	Gudang Perlatan

Perhitungan alternatif 33, terdapat 2 fasilitas yang ditukar lokasinya yaitu Ruang Pelaksana dan Toilet Pekerja. Untuk mendapatkan nilai *Traveling Distance (TD)* pada alternatif 33, maka perhitungan dilakukan dengan mengalikan jarak antar fasilitas dengan frekuensi perpindahan pekerja, hasil dari perkalian tersebut kemudian akan dijumlahkan seluruhnya. Perhitungan *Traveling Distance* tersebut sesuai dengan persamaan (3) pada bab 3.

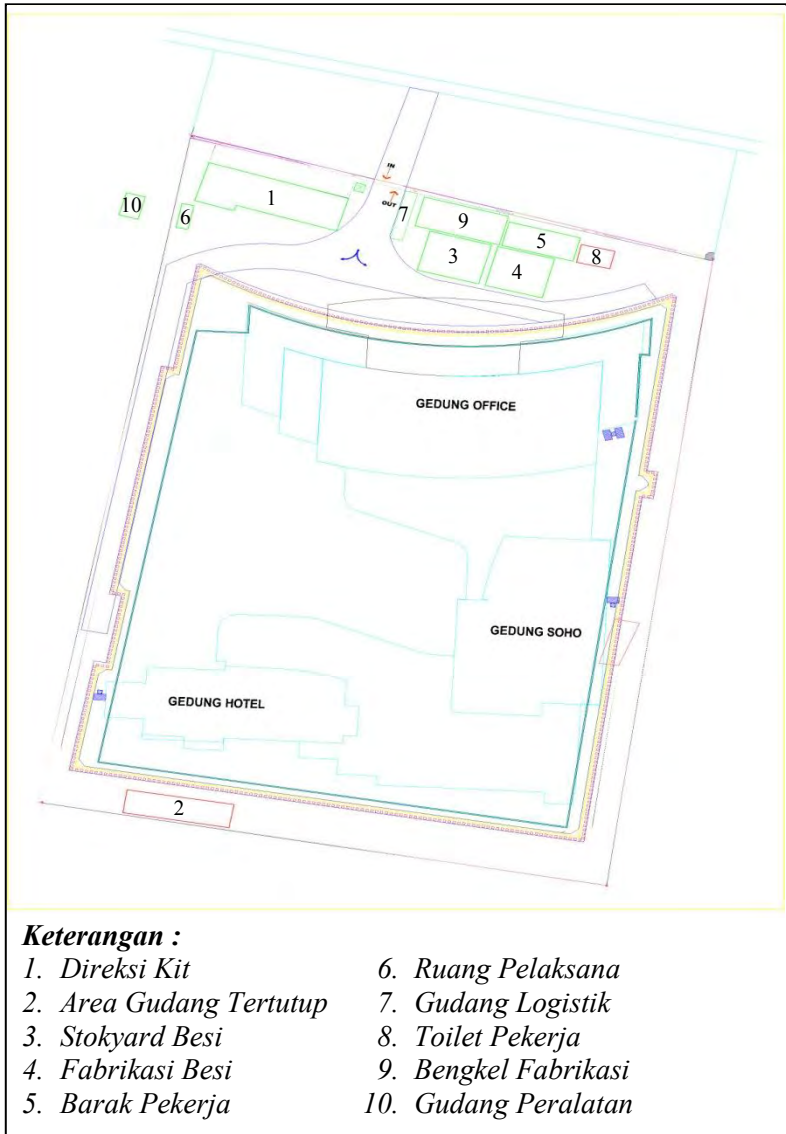
Dari perhitungan TD alternatif 33 didapatkan nilai TD sebesar 60280 meter. Apabila dibandingkan dengan nilai TD kondisi eksisting maka alternatif ini mengalami penurunan nilai TD sebesar 24,7%. Untuk proses perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada lampiran 14 dan gambar *site layout*nya dapat dilihat pada lampiran 25.

Dari hasil perhitungan *traveling distance*, didapatkan nilai TD terkecil yakni pada alternatif 15 sebesar 52775 atau mengalami penurunan nilai TD sebesar 34,1% jika dibandingkan dengan nilai TD pada kondisi eksisting proyek. untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.25 berikut.

4.25 Hasil Rekapitulasi *Traveling Distance*

Alternatif	Kondisi Eksisting	1	12	15	16	17	23	30	31	32	33
TD	80060	64442	65518	52775	64613	64270	64177	69075	63680	64373	60280

Maka, alternatif 15 diambil sebagai bentuk *site layout* yang paling optimum dari sepuluh alternatif yang ada. Gambar *site layout* optimum dapat dilihat pada gambar 4.2 berikut.



Gambar 4.2 Site Layout Optimum Proyek The Samator Surabaya

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perhitungan Fuzzy AHP dan *traveling distance* pada proyek the samator surabaya, maka didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada fase perhitungan fuzzy AHP: Hasil perhitungan fuzzy AHP dalam menentukan prioritas fasilitas sementara yang ada maka dari 10 rencana fasilitas sementara, 9 fasilitas yang masuk dalam lokasi proyek yang optimum adalah direksi kit, area gudang tertutup, stokyard besi, fabrikasi besi, ruang pelaksana, toilet pekerja, barak pekerja, dan bengkel fabrikasi. Sedangkan 1 fasilitas sementara yang diletakkan diluar adalah gudang peralatan karena peralatan yang ada didalamnya sifatnya kecil seperti jack drill, mesin las, portable pump, dan sebagainya dan cukup jarang digunakan.
2. Pada fase perhitungan *traveling distance*: Hasil perhitungan *traveling distance (TD)* dengan 10 alternatif perpindahan fasilitas didapatkan bahwa alternatif 15 merupakan bentuk *site layout* yang optimum dengan nilai TD sebesar 52775 meter.

5.2 Saran

Adapun beberapa saran untuk perbaikan dan penyempurnaan penelitian ini kedepan adalah:

1. Dalam perhitungan fuzzy AHP dapat menghitung optimasi lokasi proyek secara vertikal.
2. Dalam mencari optimasi site layout dapat menggunakan parameter tambahan selain dari *traveling distance*.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Elbertagi, E., Hegazy, T. (2001). A hybrid AI-based system for site layout planning in construction *ASCE Journal of Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 16, no.6, p. 79-93.
- Hegazy, T., Elbeltagi, E. (1999). Evosite: An evolution-based model for site layout planning, *ASCE Journal of Computing in Civil Engineering*. 13, no.3, p. 198-206.
- Hegazy, T., Elbeltagi, E. (2000). Simplified spreadsheet solution: A model for site layout planning. *ASCE Journal of Cost Engineering*, 42, no.1, p. 24-42.
- Li, H. & Love, P. (1998). Site-level Facilities Layout Using Genetic Algorithms, *Journal of Computing in Civil Engineering*, ASCE, 12 (4) pp. 227-231.
- Tommelein, I.D., Levitt, R. E., & Hayes-Roth, B. (1992). Site plan model for site layout. *ASCE Journal of Construction Engineering and Management*, 118(4), 749-766.
- Yeh, I-C.(1995). Construction-site layout using annealed neural network. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 9(3) pp. 201-208.
- Khalafallah, Ahmed. El-Rayes, Khaled. (2011). "Automated multi objectives optimization system for airport site layout". *Automation in Construction*, 20(2011) 313-320.
- Li, H & Love, P. (2000). Genetic Search for Solving Construction Site-Level Unequal Area Facility Layout Problem, Elsevier Science, 217-226.
- Mawdesley, J. Michael., Al-Jibouri and Yang. (2002). "Genetic Algorithms for Construction Site Layout in Project planning". *Journal of Construction Engineering and Management*, 128(5), pp.418-426.
- Pranarka, Dwiki. (2012). Tugas Akhir: *Optimasi (Equal) Site Layout Menggunakan Multi Objectives Function pada proyek A. Surabaya: Jurusan Teknik Sipil, ITS.*

- Sanad, M. Haytam., Ammar and Ibrahim. (2008). "Optimal Construction Site Layout Considering Safety and Environmental Aspects". *ASCE Journal of Construction Engineering and Management*. 134: 536-544.
- Handa, V., Lang, B., (1988). "Construction Site Planning." *Construction Canada*, 30(3), 43-49.
- Handa, V., Lang, B., (1989). "Construction Site Efficiency." *Construction Canada*, 31(1), 40-48.
- Soeharto, Imam., (1999). *Manajemen Proyek (Dari Konseptual sampai Operasional)* Ed.2, Jakarta: Erlangga.
- El-Rayes, K., Said, H., (2009). "Dynamic Site Layout Planning using Approximate Dynamic Programming." *ASCE Journal of Computing in Civil Engineering*, 23(2), 119-127.
- Zadeh, L. A. (1965). "Fuzzy sets." *Inf. Control*, 8, 338-353

LAMPIRAN 1

Matriks Perbandingan Berpasangan antar Fasilitas Sementara dan antar Kriteria

C1 (Ukuran Bangunan)	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabriksi Besi	Gudang Peralatan	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Barak Pekerja	Bengkel Fabrikasi	ΣSum
Direksi Kit	0.5	1	0	1	1	1	1	1	1	1	8.5
Area Gudang Tertutup	0	0.5	0	1	1	1	1	1	0	0	5.5
Stokyard Besi	1	1	0.5	1	1	1	1	1	1	1	9.5
Fabriksi Besi	0	0	0	0.5	1	1	1	1	0	1	5.5
Gudang Peralatan	0	0	0	0	0.5	0	0	1	0	0	1.5
Ruang Pelaksana	0	0	0	0	1	0.5	0.5	1	0	0	3
Gudang Logistik	0	0	0	0	1	0.5	0.5	1	0	0	3
Toilet Pekerja	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0.5
Barak Pekerja	0	1	0	1	1	1	1	1	0.5	0	6.5
Bengkel Fabrikasi	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0.5	6.5

C2 (Biaya Pemasangan)	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabriksi Besi	Gudang Peralatan	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Barak Pekerja	Bengkel Fabrikasi	ΣSum
Direksi Kit	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9.5
Area Gudang Tertutup	0	0.5	1	1	1	0	1	1	0	1	6.5
Stokyard Besi	0	0	0.5	1	1	0	0	1	0	0	3.5
Fabriksi Besi	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0.5
Gudang Peralatan	0	0	0	1	0.5	0	0	1	0	0	2.5
Ruang Pelaksana	0	1	1	1	1	0.5	1	1	0	1	7.5
Gudang Logistik	0	0	1	1	1	0	0.5	1	0	1	5.5
Toilet Pekerja	0	0	0	1	0	0	0	0.5	0	0	1.5
Barak Pekerja	0	1	1	1	1	1	1	1	0.5	1	8.5
Bengkel Fabrikasi	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0.5	4.5

C3 (Dampak Lingkungan)	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Gudang Peralatan	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Barak Pekerja	Bengkel Fabrikasi	ΣSum
Direksi Kit	0.5	1	1	0	1	1	1	0	0	1	6.5
Area Gudang Tertutup	0	0.5	1	0	1	1	0.5	0	0	0	4
Stokyard Besi	0	0	0.5	0	0	0.5	0	0	0	0	1
Fabrikasi Besi	1	1	1	0.5	1	1	1	0	1	1	8.5
Gudang Peralatan	0	0	1	0	0.5	1	0	0	0	0	2.5
Ruang Pelaksana	0	0	0.5	0	0	0.5	0	0	0	0	1
Gudang Logistik	0	0.5	1	0	1	1	0.5	0	0	0	4
Toilet Pekerja	1	1	1	1	1	1	1	0.5	0	1	8.5
Barak Pekerja	1	1	1	0	1	1	1	1	0.5	1	8.5
Bengkel Fabrikasi	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0.5	5.5

C4 (Siklus Pekerja)	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Gudang Peralatan	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Barak Pekerja	Bengkel Fabrikasi	ΣSum
Direksi Kit	0.5	1	1	1	1	1	1	0.5	0	1	8
Area Gudang Tertutup	0	0.5	1	0.5	1	1	0	0	0	0	4
Stokyard Besi	0	0	0.5	0	1	1	0	0	0	0	2.5
Fabrikasi Besi	0	0.5	1	0.5	1	1	0	0	0	1	5
Gudang Peralatan	0	0	0	0	0.5	1	0	0	0	0	1.5
Ruang Pelaksana	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	1	1.5
Gudang Logistik	0	1	1	1	1	1	0.5	0	0	0	5.5
Toilet Pekerja	0.5	1	1	1	1	1	1	0.5	0	1	8
Barak Pekerja	1	1	1	1	1	1	1	1	0.5	1	9.5
Bengkel Fabrikasi	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0.5	4.5

C5 (Jarak Fasilitas)	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Gudang Peralatan	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Barak Pekerja	Bengkel Fabrikasi	ΣSum
Direksi Kit	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9.5
Area Gudang Tertutup	0	0.5	0	0	0	0	0	0	1	0	1.5
Stokyard Besi	0	1	0.5	1	1	0	0	0.5	1	1	6
Fabrikasi Besi	0	1	0	0.5	0.5	0	0	1	1	0	4
Gudang Peralatan	0	1	0	0.5	0.5	0	0	1	1	0	4
Ruang Pelaksana	0	1	1	1	1	0.5	1	1	1	1	8.5
Gudang Logistik	0	1	1	1	1	0	0.5	1	1	1	7.5
Toilet Pekerja	0	1	0.5	1	1	0	0	0.5	1	1	6
Barak Pekerja	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5
Bengkel Fabrikasi	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0.5	4.5

C6 (Keamanan)	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Gudang Peralatan	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Barak Pekerja	Bengkel Fabrikasi	ΣSum
Direksi Kit	0.5	1	1	1	1	1	1	1	0	1	8.5
Area Gudang Tertutup	0	0.5	1	1	1	0	0	1	0	1	5.5
Stokyard Besi	0	0	0.5	1	0	0	0	0.5	0	1	3
Fabrikasi Besi	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0.5
Gudang Peralatan	0	0	1	1	0.5	0	0	1	0	1	4.5
Ruang Pelaksana	0	1	1	1	1	0.5	1	1	0	1	7.5
Gudang Logistik	0	1	1	1	1	0	0.5	1	0	1	6.5
Toilet Pekerja	0	0	0.5	1	0	0	0	0.5	0	1	3
Barak Pekerja	1	1	1	1	1	1	1	1	0.5	1	9.5
Bengkel Fabrikasi	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.5	1.5

C7 (Batasan Akses)	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Gudang Peralatan	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Barak Pekerja	Bengkel Fabrikasi	ΣSum
Direksi Kit	0.5	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Area Gudang Tertutup	0.5	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Stokyard Besi	0	0	0.5	0	0	0	0	1	1	0	2.5
Fabrikasi Besi	0	0	1	0.5	0	0	0	1	1	1	4.5
Gudang Peralatan	0	0	1	1	0.5	0	0.5	1	1	1	6
Ruang Pelaksana	0	0	1	1	1	0.5	1	1	1	1	7.5
Gudang Logistik	0	0	1	1	0.5	0	0.5	1	1	1	6
Toilet Pekerja	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	1
Barak Pekerja	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	1
Bengkel Fabrikasi	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0.5	3.5

C8 (Kebutuhan Luas)	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Gudang Peralatan	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Barak Pekerja	Bengkel Fabrikasi	ΣSum
Direksi Kit	0.5	0	0	0	1	1	0	1	0	1	4.5
Area Gudang Tertutup	1	0.5	0	1	1	1	1	1	0	1	7.5
Stokyard Besi	1	1	0.5	1	1	1	1	1	1	1	9.5
Fabrikasi Besi	1	0	0	0.5	1	1	0	1	1	0.5	6
Gudang Peralatan	0	0	0	0	0.5	0	0	1	1	0	2.5
Ruang Pelaksana	0	0	0	0	1	0.5	0	1	0	0	2.5
Gudang Logistik	1	0	0	1	1	1	0.5	1	1	0	6.5
Toilet Pekerja	0	0	0	0	0	0	0	0.5	1	0	1.5
Barak Pekerja	1	1	0	0	0	1	0	0	0.5	0	3.5
Bengkel Fabrikasi	0	0	0	0.5	1	1	1	1	1	0.5	6

C9 (Kuantitas Material)	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Gudang Peralatan	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Barak Pekerja	Bengkel Fabrikasi	ΣSum
Direksi Kit	0.5	0	0	1	1	1	1	1	1	0	6.5
Area Gudang Tertutup	1	0.5	0	1	1	1	1	1	1	1	8.5
Stokyard Besi	1	1	0.5	1	1	1	1	1	1	1	9.5
Fabrikasi Besi	0	0	0	0.5	0	0	0	1	1	0	2.5
Gudang Peralatan	0	0	0	1	0.5	1	0	1	1	0	4.5
Ruang Pelaksana	0	0	0	1	0	0.5	0	1	1	0	3.5
Gudang Logistik	0	0	0	1	1	1	0.5	1	1	0	5.5
Toilet Pekerja	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0.5
Barak Pekerja	0	0	0	0	0	0	0	1	0.5	0	1.5
Bengkel Fabrikasi	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0.5	7.5

Kriteria Keputusan	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	ΣSum
C1	0.5	0	0	1	0.5	0	1	0.5	1	4.5
C2	1	0.5	1	1	1	0.5	1	1	1	8
C3	1	0	0.5	1	1	0	1	1	0	5.5
C4	0	0	0	0.5	0	0	1	0	1	2.5
C5	0.5	0	0	1	0.5	0	1	0.5	1	4.5
C6	1	0.5	1	1	1	0.5	1	1	1	8
C7	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0.5
C8	0.5	0	0	1	0.5	0	1	0.5	1	4.5
C9	0	0	1	0	0	0	1	0	0.5	2.5

LAMPIRAN 2

Tabel Susunan Nilai Prioritas dan Pemberian Nilai Semantik untuk Tiap Matriks

C1 (Ukuran Bangunan)	Σ Sum	Score
Stokyard Besi	9.5	1
Direksi Kit	8.5	0.905
Barak Pekerja	6.5	0.739
Bengkel Fabrikasi	6.5	0.739
Area Gudang Tertutup	5.5	0.6
Fabrikasi Besi	5.5	0.6
Ruang Pelaksana	3	0.333
Gudang Logistik	3	0.333
Gudang Peralatan	1.5	0.212
Toilet Pekerja	0.5	0.111

C2 (Biaya Pemasangan)	Σ Sum	Score
Direksi Kit	9.5	1
Barak Pekerja	8.5	0.905
Ruang Pelaksana	7.5	0.818
Area Gudang Tertutup	6.5	0.667
Gudang Logistik	5.5	0.538
Bengkel Fabrikasi	4.5	0.429
Stokyard Besi	3.5	0.333
Gudang Peralatan	2.5	0.25
Toilet Pekerja	1.5	0.176
Fabrikasi Besi	0.5	0.081

C4 (Siklus Pekerja)	Σ Sum	Score
Barak Pekerja	9.5	1
Direksi Kit	8	0.818
Toilet Pekerja	8	0.818
Gudang Logistik	5.5	0.739
Fabrikasi Besi	5	0.6
Bengkel Fabrikasi	4.5	0.538
Area Gudang Tertutup	4	0.429
Stokyard Besi	2.5	0.25
Gudang Peralatan	1.5	0.111
Ruang Pelaksana	1.5	0.111

C5 (Jarak Fasilitas)	Σ Sum	Score
Direksi Kit	9.5	1
Ruang Pelaksana	8.5	0.905
Gudang Logistik	7.5	0.818
Stokyard Besi	6	0.667
Toilet Pekerja	6	0.667
Bengkel Fabrikasi	4.5	0.538
Fabrikasi Besi	4	0.429
Gudang Peralatan	4	0.429
Area Gudang Tertutup	1.5	0.25
Barak Pekerja	0.5	0.176

C7 (Batasan Akses)	Σ Sum	Score
Direksi Kit	9	1
Area Gudang Tertutup	9	1
Ruang Pelaksana	7.5	0.667
Gudang Peralatan	6	0.538
Gudang Logistik	6	0.538
Fabrikasi Besi	4.5	0.379
Bengkel Fabrikasi	3.5	0.212
Stokyard Besi	2.5	0.143
Toilet Pekerja	1	0.081
Barak Pekerja	1	0.081

C8 (Kebutuhan Luas)	Σ Sum	Score
Stokyard Besi	9.5	1
Area Gudang Tertutup	7.5	0.905
Gudang Logistik	6.5	0.818
Fabrikasi Besi	6	0.667
Bengkel Fabrikasi	6	0.667
Direksi Kit	4.5	0.481
Barak Pekerja	3.5	0.333
Gudang Peralatan	2.5	0.29
Ruang Pelaksana	2.5	0.29
Toilet Pekerja	1.5	0.176

C3 (Dampak Lingkungan)	Σ Sum	Score
Fabrikasi Besi	8.5	1
Toilet Pekerja	8.5	1
Barak Pekerja	8.5	1
Direksi Kit	6.5	0.818
Bengkel Fabrikasi	5.5	0.667
Area Gudang Tertutup	4	0.429
Gudang Logistik	4	0.429
Gudang Peralatan	2.5	0.25
Stokyard Besi	1	0.176
Ruang Pelaksana	1	0.176

C6 (Keamanan)	Σ Sum	Score
Barak Pekerja	9.5	1
Direksi Kit	8.5	0.905
Ruang Pelaksana	7.5	0.739
Gudang Logistik	6.5	0.538
Area Gudang Tertutup	5.5	0.481
Gudang Peralatan	4.5	0.429
Stokyard Besi	3	0.333
Toilet Pekerja	3	0.333
Bengkel Fabrikasi	1.5	0.25
Fabrikasi Besi	0.5	0.176

C9 (Berat dan Kuantitas Material)	Σ Sum	Score
Stokyard Besi	9.5	1
Area Gudang Tertutup	8.5	0.905
Bengkel Fabrikasi	7.5	0.739
Direksi Kit	6.5	0.6
Gudang Logistik	5.5	0.538
Gudang Peralatan	4.5	0.429
Ruang Pelaksana	3.5	0.333
Fabrikasi Besi	2.5	0.25
Barak Pekerja	1.5	0.176
Toilet Pekerja	0.5	0.111

Kriteria Keputusan	Σ Sum	Score
Biaya Pemasangan	8	1
Keamanan	8	1
Dampak Lingkungan	5.5	0.739
Ukuran Bangunan	4.5	0.538
Jarak dari titik aman	4.5	0.538
Kebutuhan Luas	4.5	0.538
Berat & Kuantitas Material	2.5	0.333
Siklus Pekerja	2.5	0.333
Batasan Akses	0.5	0.176

Lampiran 4

Perhitungan nilai *Traveling Distance* kondisi eksisting

Frekuensi (dalam 1 hari)	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Gudang Peralatan	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Barak Pekerja
Direksi Kit	0	3	2	2	2	10	3	0	5	3
Area Gudang Tertutup	3	0	6	3	2	8	6	3	0	7
Stokyard Besi	2	6	0	15	2	8	6	9	5	15
Fabrikasi Besi	2	3	15	0	5	8	6	9	3	12
Gudang Peralatan	2	2	2	5	0	7	2	3	8	3
Ruang Pelaksana	10	8	8	8	7	0	8	0	3	0
Gudang Logistik	3	6	6	6	2	8	0	3	5	7
Toilet Pekerja	0	3	9	9	3	0	3	0	0	50
Bengkel Fabrikasi	5	0	5	3	8	3	5	0	0	0
Barak Pekerja	3	7	15	12	3	0	7	50	0	0

X

Jarak (meter)	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
L1	0	71	30	46	54	31	18	231	31	159
L2	71	0	41	25	17	88	53	295	40	220
L3	30	41	0	16	24	54	12	254	5	179
L4	46	25	16	0	8	70	15	270	15	195
L5	54	17	24	8	0	78	36	278	3	203
L6	31	88	54	70	78	0	42	206	54	183
L7	18	53	12	15	36	42	0	242	4	141
L8	231	295	254	270	278	206	242	0	255	383
L9	31	40	5	15	3	54	4	255	0	173
L10	159	220	179	195	203	183	141	383	173	0

Jarak (meter)	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Gudang Peralatan	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Barak Pekerja
Direksi Kit	0	213	60	92	108	310	54	0	155	477
Area Gudang Tertutup	213	0	246	75	34	704	318	885	0	1540
Stokyard Besi	60	246	0	240	48	432	72	2286	25	2685
Fabrikasi Besi	92	75	240	0	40	560	90	2430	45	2340
Gudang Peralatan	108	34	48	40	0	546	72	834	24	609
Ruang Pelaksana	310	704	432	560	546	0	336	0	162	0
Gudang Logistik	54	318	72	90	72	336	0	726	20	987
Toilet Pekerja	0	885	2286	2430	834	0	726	0	0	19150
Bengkel Fabrikasi	155	0	25	45	24	162	20	0	0	0
Barak Pekerja	477	1540	2685	2340	609	0	987	19150	0	0

Total Traveling Distance = 80060 meter

Lampiran 5

Perhitungan nilai *Traveling Distance* alternatif 1

Frekuensi (dalam 1 hari)	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Barak Pekerja	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Direksi Kit	0	3	2	2	3	10	3	0	5	2
Area Gudang Tertutup	3	0	6	3	7	8	6	3	0	2
Stokyard Besi	2	6	0	15	15	8	6	9	5	2
Fabrikasi Besi	2	3	15	0	12	8	6	9	3	5
Barak Pekerja	3	7	15	12	0	0	7	50	0	3
Ruang Pelaksana	10	8	8	8	0	0	8	0	3	7
Gudang Logistik	3	6	6	6	7	8	0	3	5	2
Toilet Pekerja	0	3	9	9	50	0	3	0	0	3
Bengkel Fabrikasi	5	0	5	3	0	3	5	0	0	8
Gudang Peralatan	2	2	2	5	3	7	2	3	8	0

X

Jarak (meter)	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
L1	0	71	30	46	54	31	18	231	31	159
L2	71	0	41	25	17	88	53	295	40	220
L3	30	41	0	16	24	54	12	254	5	179
L4	46	25	16	0	8	70	15	270	15	195
L5	54	17	24	8	0	78	36	278	3	203
L6	31	88	54	70	78	0	42	206	54	183
L7	18	53	12	15	36	42	0	242	4	141
L8	231	295	254	270	278	206	242	0	255	383
L9	31	40	5	15	3	54	4	255	0	173
L10	159	220	179	195	203	183	141	383	173	0

TD	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Barak Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Bengkel Peralatan
Direksi Kit	0	213	60	92	162	310	54	0	155	318
Area Gudang Tertutup	213	0	246	75	119	704	318	885	0	440
Stokyard Besi	60	246	0	240	360	432	72	2286	25	358
Fabrikasi Besi	92	75	240	0	96	560	90	2430	45	975
Ruang Pelaksana	162	119	360	96	0	0	252	13900	0	609
Gudang Logistik	310	704	432	560	0	0	336	0	162	1281
Toilet Pekerja	54	318	72	90	252	336	0	726	20	282
Barak Pekerja	0	885	2286	2430	13900	0	726	0	0	1149
Bengkel Fabrikasi	155	0	25	45	0	162	20	0	0	1384
Bengkel Peralatan	318	440	358	975	609	1281	282	1149	1384	0

Total Traveling Distance = 64442 meter

Lampiran 6

Perhitungan nilai *Traveling Distance* alternatif 12

Frekuensi (dalam 1 hari)	Direksi Kit	Barak Pekerja	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Area Gudang Tertutup	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Direksi Kit	0	3	2	2	3	10	3	0	5	2
Barak Pekerja	3	0	15	12	7	0	7	50	0	3
Stokyard Besi	2	6	0	15	6	8	6	9	5	2
Fabrikasi Besi	2	3	15	0	3	8	6	9	3	5
Area Gudang Tertutup	3	7	15	12	0	8	6	3	0	2
Ruang Pelaksana	10	8	8	8	0	0	8	0	3	7
Gudang Logistik	3	6	6	6	7	8	0	3	5	2
Toilet Pekerja	0	3	9	9	50	0	3	0	0	3
Bengkel Fabrikasi	5	0	5	3	0	3	5	0	0	8
Gudang Peralatan	2	3	2	5	2	7	2	3	8	0

X

Jarak (meter)	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
L1	0	71	30	46	54	31	18	231	31	159
L2	71	0	41	25	17	88	53	295	40	220
L3	30	41	0	16	24	54	12	254	5	179
L4	46	25	16	0	8	70	15	270	15	195
L5	54	17	24	8	0	78	36	278	3	203
L6	31	88	54	70	78	0	42	206	54	183
L7	18	53	12	15	36	42	0	242	4	141
L8	231	295	254	270	278	206	242	0	255	383
L9	31	40	5	15	3	54	4	255	0	173
L10	159	220	179	195	203	183	141	383	173	0

TD	Direksi Kit	Barak Pekerja	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Area Gudang Tertutup	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Direksi Kit	0	213	60	92	162	310	54	0	155	318
Barak Pekerja	213	0	615	300	119	0	371	14750	0	660
Stokyard Besi	60	246	0	240	144	432	72	2286	25	358
Fabrikasi Besi	92	75	240	0	24	560	90	2430	45	975
Area Gudang Tertutup	162	119	360	96	0	624	216	834	0	406
Ruang Pelaksana	310	704	432	560	0	0	336	0	162	1281
Gudang Logistik	54	318	72	90	252	336	0	726	20	282
Toilet Pekerja	0	885	2286	2430	13900	0	726	0	0	1149
Bengkel Fabrikasi	155	0	25	45	0	162	20	0	0	1384
Gudang Peralatan	318	660	358	975	406	1281	282	1149	1384	0

Total Traveling Distance = 65518 meter

Lampiran 7

Perhitungan nilai *Traveling Distance* alternatif 15

Frekuensi (dalam 1 hari)	Direksi Kit	Toilet Pekerja	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Barak Pekerja	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Area Gudang Tertutup	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Direksi Kit	0	0	2	2	3	10	3	3	5	2
Toilet Pekerja	3	0	9	9	50	0	3	3	0	3
Stokyard Besi	2	6	0	15	15	8	6	6	5	2
Fabrikasi Besi	2	3	15	0	12	8	6	3	3	5
Barak Pekerja	3	7	15	12	0	0	7	7	0	3
Ruang Pelaksana	10	8	8	8	0	0	8	8	3	7
Gudang Logistik	3	6	6	6	7	8	0	6	5	2
Area Gudang Tertutup	0	3	9	9	50	0	3	0	0	2
Bengkel Fabrikasi	5	0	5	3	0	3	5	0	0	8
Gudang Peralatan	2	3	2	5	3	7	2	2	8	0

X

Jarak (meter)	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
L1	0	71	30	46	54	31	18	231	31	159
L2	71	0	41	25	17	88	53	295	40	220
L3	30	41	0	16	24	54	12	254	5	179
L4	46	25	16	0	8	70	15	270	15	195
L5	54	17	24	8	0	78	36	278	3	203
L6	31	88	54	70	78	0	42	206	54	183
L7	18	53	12	15	36	42	0	242	4	141
L8	231	295	254	270	278	206	242	0	255	383
L9	31	40	5	15	3	54	4	255	0	173
L10	159	220	179	195	203	183	141	383	173	0

TD	Direksi Kit	Toilet Pekerja	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Barak Pekerja	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Area Gudang Tertutup	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Direksi Kit	0	0	60	92	162	310	54	693	155	318
Toilet Pekerja	213	0	369	225	850	0	159	885	0	660
Stokyard Besi	60	246	0	240	360	432	72	1524	25	358
Fabrikasi Besi	92	75	240	0	96	560	90	810	45	975
Barak Pekerja	162	119	360	96	0	0	252	1946	0	609
Ruang Pelaksana	310	704	432	560	0	0	336	1648	162	1281
Gudang Logistik	54	318	72	90	252	336	0	1452	20	282
Area Gudang Tertutup	0	885	2286	2430	13900	0	726	0	0	766
Bengkel Fabrikasi	155	0	25	45	0	162	20	0	0	1384
Gudang Peralatan	318	660	358	975	609	1281	282	766	1384	0

Total Traveling Distance = 52775 meter

Lampiran 8

Perhitungan nilai *Traveling Distance* alternatif 16

Frekuensi (dalam 1 hari)	Direksi Kit	Bengkel Fabrikasi	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Barak Pekerja	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Area Gudang Tertutup	Gudang Peralatan
Direksi Kit	0	5	2	2	3	10	3	0	3	2
Bengkel Fabrikasi	3	0	5	3	0	3	5	0	0	8
Stokyard Besi	2	6	0	15	15	8	6	9	6	2
Fabrikasi Besi	2	3	15	0	12	8	6	9	3	5
Barak Pekerja	3	7	15	12	0	0	7	50	7	3
Ruang Pelaksana	10	8	8	8	0	0	8	0	8	7
Gudang Logistik	3	6	6	6	7	8	0	3	6	2
Toilet Pekerja	0	3	9	9	50	0	3	0	3	3
Area Gudang Tertutup	5	0	5	3	0	3	5	0	0	2
Gudang Peralatan	2	8	2	5	3	7	2	3	2	0

X

Jarak (meter)	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
L1	0	71	30	46	54	31	18	231	31	159
L2	71	0	41	25	17	88	53	295	40	220
L3	30	41	0	16	24	54	12	254	5	179
L4	46	25	16	0	8	70	15	270	15	195
L5	54	17	24	8	0	78	36	278	3	203
L6	31	88	54	70	78	0	42	206	54	183
L7	18	53	12	15	36	42	0	242	4	141
L8	231	295	254	270	278	206	242	0	255	383
L9	31	40	5	15	3	54	4	255	0	173
L10	159	220	179	195	203	183	141	383	173	0

TD	Direksi Kit	Bengkel Fabrikasi	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Barak Pekerja	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Area Gudang Tertutup	Gudang Peralatan
Direksi Kit	0	355	60	92	162	310	54	0	93	318
Bengkel Fabrikasi	213	0	205	75	0	264	265	0	0	1760
Stokyard Besi	60	246	0	240	360	432	72	2286	30	358
Fabrikasi Besi	92	75	240	0	96	560	90	2430	45	975
Barak Pekerja	162	119	360	96	0	0	252	13900	21	609
Ruang Pelaksana	310	704	432	560	0	0	336	0	432	1281
Gudang Logistik	54	318	72	90	252	336	0	726	24	282
Toilet Pekerja	0	885	2286	2430	13900	0	726	0	765	1149
Area Gudang Tertutup	155	0	25	45	0	162	20	0	0	346
Gudang Peralatan	318	1760	358	975	609	1281	282	1149	346	0

Total Traveling Distance = 64613 meter

Lampiran 9

Perhitungan nilai *Traveling Distance* alternatif 17

Frekuensi (dalam 1 hari)	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Fabrikasi Besi	Stokyard Besi	Barak Pekerja	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Direksi Kit	0	3	2	2	3	10	3	0	5	2
Area Gudang Tertutup	3	0	3	6	7	8	6	3	0	2
Fabrikasi Besi	2	6	0	15	12	8	6	9	3	5
Stokyard Besi	2	3	15	0	15	8	6	9	5	2
Barak Pekerja	3	7	15	12	0	0	7	50	0	3
Ruang Pelaksana	10	8	8	8	0	0	8	0	3	7
Gudang Logistik	3	6	6	6	7	8	0	3	5	2
Toilet Pekerja	0	3	9	9	50	0	3	0	0	3
Bengkel Fabrikasi	5	0	5	3	0	3	5	0	0	8
Gudang Peralatan	2	2	5	2	3	7	2	3	8	0

X

Jarak (meter)	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
L1	0	71	30	46	54	31	18	231	31	159
L2	71	0	41	25	17	88	53	295	40	220
L3	30	41	0	16	24	54	12	254	5	179
L4	46	25	16	0	8	70	15	270	15	195
L5	54	17	24	8	0	78	36	278	3	203
L6	31	88	54	70	78	0	42	206	54	183
L7	18	53	12	15	36	42	0	242	4	141
L8	231	295	254	270	278	206	242	0	255	383
L9	31	40	5	15	3	54	4	255	0	173
L10	159	220	179	195	203	183	141	383	173	0

TD	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Fabrikasi Besi	Stokyard Besi	Barak Pekerja	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Direksi Kit	0	213	60	92	162	310	54	0	155	318
Area Gudang Tertutup	213	0	123	150	119	704	318	885	0	440
Fabrikasi Besi	60	246	0	240	288	432	72	2286	15	895
Stokyard Besi	92	75	240	0	120	560	90	2430	75	390
Barak Pekerja	162	119	360	96	0	0	252	13900	0	609
Ruang Pelaksana	310	704	432	560	0	0	336	0	162	1281
Gudang Logistik	54	318	72	90	252	336	0	726	20	282
Toilet Pekerja	0	885	2286	2430	13900	0	726	0	0	1149
Bengkel Fabrikasi	155	0	25	45	0	162	20	0	0	1384
Gudang Peralatan	318	440	895	390	609	1281	282	1149	1384	0

Total Traveling Distance = 64270 meter

Lampiran 10

Perhitungan nilai *Traveling Distance* alternatif 23

Frekuensi (dalam 1 hari)	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Barak Pekerja	Fabrikasi Besi	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Direksi Kit	0	3	2	3	2	10	3	0	5	2
Area Gudang Tertutup	3	0	6	7	3	8	6	3	0	2
Stokyard Besi	2	6	0	15	15	8	6	9	5	2
Barak Pekerja	2	3	15	0	12	0	7	50	0	3
Fabrikasi Besi	3	7	15	12	0	8	6	9	3	5
Ruang Pelaksana	10	8	8	8	0	0	8	0	3	7
Gudang Logistik	3	6	6	6	7	8	0	3	5	2
Toilet Pekerja	0	3	9	9	50	0	3	0	0	3
Bengkel Fabrikasi	5	0	5	3	0	3	5	0	0	8
Gudang Peralatan	2	2	2	3	5	7	2	3	8	0

X

Jarak (meter)	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
L1	0	71	30	46	54	31	18	231	31	159
L2	71	0	41	25	17	88	53	295	40	220
L3	30	41	0	16	24	54	12	254	5	179
L4	46	25	16	0	8	70	15	270	15	195
L5	54	17	24	8	0	78	36	278	3	203
L6	31	88	54	70	78	0	42	206	54	183
L7	18	53	12	15	36	42	0	242	4	141
L8	231	295	254	270	278	206	242	0	255	383
L9	31	40	5	15	3	54	4	255	0	173
L10	159	220	179	195	203	183	141	383	173	0

TD	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Barak Pekerja	Fabrikasi Besi	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Direksi Kit	0	213	60	138	108	310	54	0	155	318
Area Gudang Tertutup	213	0	246	175	51	704	318	885	0	440
Stokyard Besi	60	246	0	240	360	432	72	2286	25	358
Barak Pekerja	92	75	240	0	96	0	105	13500	0	585
Fabrikasi Besi	162	119	360	96	0	624	216	2502	9	1015
Ruang Pelaksana	310	704	432	560	0	0	336	0	162	1281
Gudang Logistik	54	318	72	90	252	336	0	726	20	282
Toilet Pekerja	0	885	2286	2430	13900	0	726	0	0	1149
Bengkel Fabrikasi	155	0	25	45	0	162	20	0	0	1384
Gudang Peralatan	318	440	358	585	1015	1281	282	1149	1384	0

Total Traveling Distance = 64177 meter

Lampiran 11

Perhitungan nilai *Traveling Distance* alternatif 30

Frekuensi (dalam 1 hari)	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Toilet Pekerja	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Barak Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Direksi Kit	0	3	2	2	0	10	3	3	5	2
Area Gudang Tertutup	3	0	6	3	3	8	6	7	0	2
Stokyard Besi	2	6	0	15	9	8	6	15	5	2
Fabrikasi Besi	2	3	15	0	9	8	6	12	3	5
Toilet Pekerja	3	7	15	12	0	0	3	50	0	3
Ruang Pelaksana	10	8	8	8	0	0	8	0	3	7
Gudang Logistik	3	6	6	6	7	8	0	7	5	2
Barak Pekerja	0	3	9	9	50	0	3	0	0	3
Bengkel Fabrikasi	5	0	5	3	0	3	5	0	0	8
Gudang Peralatan	2	2	2	5	3	7	2	3	8	0

X

Jarak (meter)	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
L1	0	71	30	46	54	31	18	231	31	159
L2	71	0	41	25	17	88	53	295	40	220
L3	30	41	0	16	24	54	12	254	5	179
L4	46	25	16	0	8	70	15	270	15	195
L5	54	17	24	8	0	78	36	278	3	203
L6	31	88	54	70	78	0	42	206	54	183
L7	18	53	12	15	36	42	0	242	4	141
L8	231	295	254	270	278	206	242	0	255	383
L9	31	40	5	15	3	54	4	255	0	173
L10	159	220	179	195	203	183	141	383	173	0

TD	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Toilet Pekerja	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Barak Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Direksi Kit	0	213	60	92	0	310	54	693	155	318
Area Gudang Tertutup	213	0	246	75	51	704	318	2065	0	440
Stokyard Besi	60	246	0	240	216	432	72	3810	25	358
Fabrikasi Besi	92	75	240	0	72	560	90	3240	45	975
Toilet Pekerja	162	119	360	96	0	0	108	13900	0	609
Ruang Pelaksana	310	704	432	560	0	0	336	0	162	1281
Gudang Logistik	54	318	72	90	252	336	0	1694	20	282
Barak Pekerja	0	885	2286	2430	13900	0	726	0	0	1149
Bengkel Fabrikasi	155	0	25	45	0	162	20	0	0	1384
Gudang Peralatan	318	440	358	975	609	1281	282	1149	1384	0

Total Traveling Distance = 69075 meter

Lampiran 12

Perhitungan nilai *Traveling Distance* alternatif 31

Frekuensi (dalam 1 hari)	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Bengkel Fabrikasi	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Barak Pekerja	Gudang Peralatan
Direksi Kit	0	3	2	2	5	10	3	0	3	2
Area Gudang Tertutup	3	0	6	3	0	8	6	3	7	2
Stokyard Besi	2	6	0	15	5	8	6	9	15	2
Fabrikasi Besi	2	3	15	0	3	8	6	9	12	5
Bengkel Fabrikasi	3	7	15	12	0	3	5	0	0	8
Ruang Pelaksana	10	8	8	8	0	0	8	0	0	7
Gudang Logistik	3	6	6	6	7	8	0	3	7	2
Toilet Pekerja	0	3	9	9	50	0	3	0	50	3
Barak Pekerja	5	0	5	3	0	3	5	0	0	3
Gudang Peralatan	2	2	2	5	8	7	2	3	3	0

X

Jarak (meter)	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
L1	0	71	30	46	54	31	18	231	31	159
L2	71	0	41	25	17	88	53	295	40	220
L3	30	41	0	16	24	54	12	254	5	179
L4	46	25	16	0	8	70	15	270	15	195
L5	54	17	24	8	0	78	36	278	3	203
L6	31	88	54	70	78	0	42	206	54	183
L7	18	53	12	15	36	42	0	242	4	141
L8	231	295	254	270	278	206	242	0	255	383
L9	31	40	5	15	3	54	4	255	0	173
L10	159	220	179	195	203	183	141	383	173	0

TD	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Bengkel Fabrikasi	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Barak Pekerja	Gudang Peralatan
Direksi Kit	0	213	60	92	270	310	54	0	93	318
Area Gudang Tertutup	213	0	246	75	0	704	318	885	280	440
Stokyard Besi	60	246	0	240	120	432	72	2286	75	358
Fabrikasi Besi	92	75	240	0	24	560	90	2430	180	975
Bengkel Fabrikasi	162	119	360	96	0	234	180	0	0	1624
Ruang Pelaksana	310	704	432	560	0	0	336	0	0	1281
Gudang Logistik	54	318	72	90	252	336	0	726	28	282
Toilet Pekerja	0	885	2286	2430	13900	0	726	0	12750	1149
Barak Pekerja	155	0	25	45	0	162	20	0	0	519
Gudang Peralatan	318	440	358	975	1624	1281	282	1149	519	0

Total Traveling Distance = 63680 meter

Lampiran 13

Perhitungan nilai *Traveling Distance* alternatif 32

Frekuensi (dalam 1 hari)	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Barak Pekerja	Gudang Logistik	Ruang Pelaksana	Toilet Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Direksi Kit	0	3	2	2	3	3	10	0	5	2
Area Gudang Tertutup	3	0	6	3	7	6	8	3	0	2
Stokyard Besi	2	6	0	15	15	6	8	9	5	2
Fabrikasi Besi	2	3	15	0	12	6	8	9	3	5
Barak Pekerja	3	7	15	12	0	7	0	50	0	3
Gudang Logistik	10	8	8	8	0	0	8	3	5	7
Ruang Pelaksana	3	6	6	6	7	8	0	0	3	2
Toilet Pekerja	0	3	9	9	50	0	3	0	0	3
Bengkel Fabrikasi	5	0	5	3	0	3	5	0	0	8
Gudang Peralatan	2	2	2	5	3	7	2	3	8	0

X

Jarak (meter)	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
L1	0	71	30	46	54	31	18	231	31	159
L2	71	0	41	25	17	88	53	295	40	220
L3	30	41	0	16	24	54	12	254	5	179
L4	46	25	16	0	8	70	15	270	15	195
L5	54	17	24	8	0	78	36	278	3	203
L6	31	88	54	70	78	0	42	206	54	183
L7	18	53	12	15	36	42	0	242	4	141
L8	231	295	254	270	278	206	242	0	255	383
L9	31	40	5	15	3	54	4	255	0	173
L10	159	220	179	195	203	183	141	383	173	0

TD	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Barak Pekerja	Gudang Logistik	Ruang Pelaksana	Toilet Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Direksi Kit	0	213	60	92	162	93	180	0	155	318
Area Gudang Tertutup	213	0	246	75	119	528	424	885	0	440
Stokyard Besi	60	246	0	240	360	324	96	2286	25	358
Fabrikasi Besi	92	75	240	0	96	420	120	2430	45	975
Barak Pekerja	162	119	360	96	0	546	0	13900	0	609
Gudang Logistik	310	704	432	560	0	0	336	618	270	1281
Ruang Pelaksana	54	318	72	90	252	336	0	0	12	282
Toilet Pekerja	0	885	2286	2430	13900	0	726	0	0	1149
Bengkel Fabrikasi	155	0	25	45	0	162	20	0	0	1384
Gudang Peralatan	318	440	358	975	609	1281	282	1149	1384	0

Total Traveling Distance = 64373 meter

Lampiran 14

Perhitungan nilai *Traveling Distance* alternatif 33

Frekuensi (dalam 1 hari)	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Barak Pekerja	Toilet Pekerja	Gudang Logistik	Ruang Pelaksana	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Direksi Kit	0	3	2	2	3	0	3	10	5	2
Area Gudang Tertutup	3	0	6	3	7	3	6	8	0	2
Stokyard Besi	2	6	0	15	15	9	6	8	5	2
Fabrikasi Besi	2	3	15	0	12	9	6	8	3	5
Barak Pekerja	3	7	15	12	0	50	7	0	0	3
Toilet Pekerja	10	8	8	8	0	0	3	0	0	3
Gudang Logistik	3	6	6	6	7	8	0	8	5	2
Ruang Pelaksana	0	3	9	9	50	0	3	0	3	7
Bengkel Fabrikasi	5	0	5	3	0	3	5	0	0	8
Gudang Peralatan	2	2	2	5	3	3	2	7	8	0

X

Jarak (meter)	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
L1	0	71	30	46	54	31	18	231	31	159
L2	71	0	41	25	17	88	53	295	40	220
L3	30	41	0	16	24	54	12	254	5	179
L4	46	25	16	0	8	70	15	270	15	195
L5	54	17	24	8	0	78	36	278	3	203
L6	31	88	54	70	78	0	42	206	54	183
L7	18	53	12	15	36	42	0	242	4	141
L8	231	295	254	270	278	206	242	0	255	383
L9	31	40	5	15	3	54	4	255	0	173
L10	159	220	179	195	203	183	141	383	173	0

TD	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Barak Pekerja	Toilet Pekerja	Gudang Logistik	Ruang Pelaksana	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Direksi Kit	0	213	60	92	162	0	54	2310	155	318
Area Gudang Tertutup	213	0	246	75	119	264	318	2360	0	440
Stokyard Besi	60	246	0	240	360	486	72	2032	25	358
Fabrikasi Besi	92	75	240	0	96	630	90	2160	45	975
Barak Pekerja	162	119	360	96	0	3900	252	0	0	609
Toilet Pekerja	310	704	432	560	0	0	126	0	0	549
Gudang Logistik	54	318	72	90	252	336	0	1936	20	282
Ruang Pelaksana	0	885	2286	2430	13900	0	726	0	765	2681
Bengkel Fabrikasi	155	0	25	45	0	162	20	0	0	1384
Gudang Peralatan	318	440	358	975	609	549	282	2681	1384	0

Total Traveling Distance = 60280 meter

LAMPIRAN 3

Tabel 37 Kemungkinan Alternatif yang dapat Digunakan

ALTERNATIF	LOKASI									
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
Kondisi Awal	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Gudang Peralatan	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Barak Pekerja
Alternatif 1	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Barak Pekerja	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Alternatif 2	Area Gudang Tertutup	Direksi Kit	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Barak Pekerja	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Alternatif 3	Stokyard Besi	Area Gudang Tertutup	Direksi Kit	Fabrikasi Besi	Barak Pekerja	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Alternatif 4	Fabrikasi Besi	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Direksi Kit	Barak Pekerja	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Alternatif 5	Barak Pekerja	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Direksi Kit	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Alternatif 6	Ruang Pelaksana	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Barak Pekerja	Direksi Kit	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Alternatif 7	Gudang Logistik	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Barak Pekerja	Ruang Pelaksana	Direksi Kit	Toilet Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Alternatif 8	Toilet Pekerja	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Barak Pekerja	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Direksi Kit	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Alternatif 9	Bengkel Fabrikasi	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Barak Pekerja	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Direksi Kit	Gudang Peralatan
Alternatif 10	Direksi Kit	Stokyard Besi	Area Gudang Tertutup	Fabrikasi Besi	Barak Pekerja	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Alternatif 11	Direksi Kit	Fabrikasi Besi	Stokyard Besi	Area Gudang Tertutup	Barak Pekerja	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Alternatif 12	Direksi Kit	Barak Pekerja	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Area Gudang Tertutup	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Alternatif 13	Direksi Kit	Ruang Pelaksana	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Barak Pekerja	Area Gudang Tertutup	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Alternatif 14	Direksi Kit	Gudang Logistik	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Barak Pekerja	Ruang Pelaksana	Area Gudang Tertutup	Toilet Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Alternatif 15	Direksi Kit	Toilet Pekerja	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Barak Pekerja	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Area Gudang Tertutup	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Alternatif 16	Direksi Kit	Bengkel Fabrikasi	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Barak Pekerja	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Area Gudang Tertutup	Gudang Peralatan
Alternatif 17	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Fabrikasi Besi	Stokyard Besi	Barak Pekerja	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan

ALTERNATIF	LOKASI									
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
Alternatif 18	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Barak Pekerja	Fabrikasi Besi	Stokyard Besi	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Alternatif 19	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Ruang Pelaksana	Fabrikasi Besi	Barak Pekerja	Stokyard Besi	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Alternatif 20	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Godang Logistik	Fabrikasi Besi	Barak Pekerja	Ruang Pelaksana	Stokyard Besi	Toilet Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Alternatif 21	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Toilet Pekerja	Fabrikasi Besi	Barak Pekerja	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Stokyard Besi	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Alternatif 22	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Bengkel Fabrikasi	Fabrikasi Besi	Barak Pekerja	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Stokyard Besi	Gudang Peralatan
Alternatif 23	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Barak Pekerja	Fabrikasi Besi	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Alternatif 24	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Ruang Pelaksana	Barak Pekerja	Fabrikasi Besi	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Alternatif 25	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Godang Logistik	Barak Pekerja	Ruang Pelaksana	Fabrikasi Besi	Toilet Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Alternatif 26	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Toilet Pekerja	Barak Pekerja	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Fabrikasi Besi	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Alternatif 27	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Bengkel Fabrikasi	Barak Pekerja	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Fabrikasi Besi	Gudang Peralatan
Alternatif 28	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Ruang Pelaksana	Barak Pekerja	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Alternatif 29	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Godang Logistik	Ruang Pelaksana	Barak Pekerja	Toilet Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Alternatif 30	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Toilet Pekerja	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Barak Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Alternatif 31	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Bengkel Fabrikasi	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Barak Pekerja	Gudang Peralatan
Alternatif 32	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Barak Pekerja	Godang Logistik	Ruang Pelaksana	Toilet Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Alternatif 33	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Barak Pekerja	Toilet Pekerja	Gudang Logistik	Ruang Pelaksana	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Alternatif 34	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Barak Pekerja	Bengkel Fabrikasi	Gudang Logistik	Toilet Pekerja	Ruang Pelaksana	Gudang Peralatan
Alternatif 35	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Barak Pekerja	Ruang Pelaksana	Toilet Pekerja	Godang Logistik	Bengkel Fabrikasi	Gudang Peralatan
Alternatif 36	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Barak Pekerja	Ruang Pelaksana	Bengkel Fabrikasi	Toilet Pekerja	Godang Logistik	Gudang Peralatan
Alternatif 37	Direksi Kit	Area Gudang Tertutup	Stokyard Besi	Fabrikasi Besi	Barak Pekerja	Ruang Pelaksana	Gudang Logistik	Bengkel Fabrikasi	Toilet Pekerja	Gudang Peralatan

Kondisi Awal = Kondisi eksisting lokasi proyek

Alternatif 1 = Pertukaran lokasi setelah perhitungan *fuzzy*

Alternatif 2 = Pertukaran lokasi antara Direksi Kit & Area Gudang Tertutup

Alternatif 3 = Pertukaran lokasi antara Direksi Kit & Stokyard Besi

Alternatif 4 = Pertukaran lokasi antara Direksi Kit & Fabrikasi Besi

Alternatif 5 = Pertukaran lokasi antara Direksi Kit & Barak Pekerja

Alternatif 6 = Pertukaran lokasi antara Direksi Kit & Ruang Pelaksana

Alternatif 7 = Pertukaran lokasi antara Direksi Kit & Gudang Logistik

Alternatif 8 = Pertukaran lokasi antara Direksi Kit & Toilet Pekerja

Alternatif 9 = Pertukaran lokasi antara Direksi Kit & Bengkel Fabrikasi

Alternatif 10 = Pertukaran lokasi antara Area Gudang Tertutup & Stokyard Besi

Alternatif 11 = Pertukaran lokasi antara Area Gudang Tertutup & Fabrikasi Besi

Alternatif 12 = Pertukaran lokasi antara Area Gudang Tertutup & Barak Pekerja

Alternatif 13 = Pertukaran lokasi antara Area Gudang Tertutup & Ruang Pelaksana

Alternatif 14 = Pertukaran lokasi antara Area Gudang Tertutup & Gudang Logistik

Alternatif 15 = Pertukaran lokasi antara Area Gudang Tertutup & Toilet Pekerja

Alternatif 16 = Pertukaran lokasi antara Area Gudang Tertutup & Bengkel Fabrikasi

Alternatif 17 = Pertukaran lokasi antara Stokyard Besi & Fabrikasi Besi

Alternatif 18 = Pertukaran lokasi antara Stokyard Besi & Barak Pekerja

Alternatif 19 = Pertukaran lokasi antara Stokyard Besi & Ruang Pelaksana

Alternatif 20 = Pertukaran lokasi antara Stokyard Besi & Gudang Logistik

Alternatif 21 = Pertukaran lokasi antara Stokyard Besi & Toilet Pekerja

Alternatif 22 = Pertukaran lokasi antara Stokyard Besi & Bengkel Fabrikasi

Alternatif 23 = Pertukaran lokasi antara Fabrikasi Besi & Barak Pekerja

Alternatif 24 = Pertukaran lokasi antara Fabrikasi Besi & Ruang Pelaksana

Alternatif 25 = Pertukaran lokasi antara Fabrikasi Besi & Gudang Logistik

Alternatif 26 = Pertukaran lokasi antara Fabrikasi Besi & Toilet Pekerja

Alternatif 27 = Pertukaran lokasi antara Fabrikasi Besi & Bengkel Fabrikasi

Alternatif 28 = Pertukaran lokasi antara Barak Pekerja & Ruang Pelaksana

Alternatif 29 = Pertukaran lokasi antara Barak Pekerja & Gudang Logistik

Alternatif 30 = Pertukaran lokasi antara Barak Pekerja & Toilet Pekerja

Alternatif 31 = Pertukaran lokasi antara Barak Pekerja & Bengkel Fabrikasi

Alternatif 32 = Pertukaran lokasi antara Ruang Pelaksana & Gudang Logistik

Alternatif 33 = Pertukaran lokasi antara Ruang Pelaksana & Toilet Pekerja

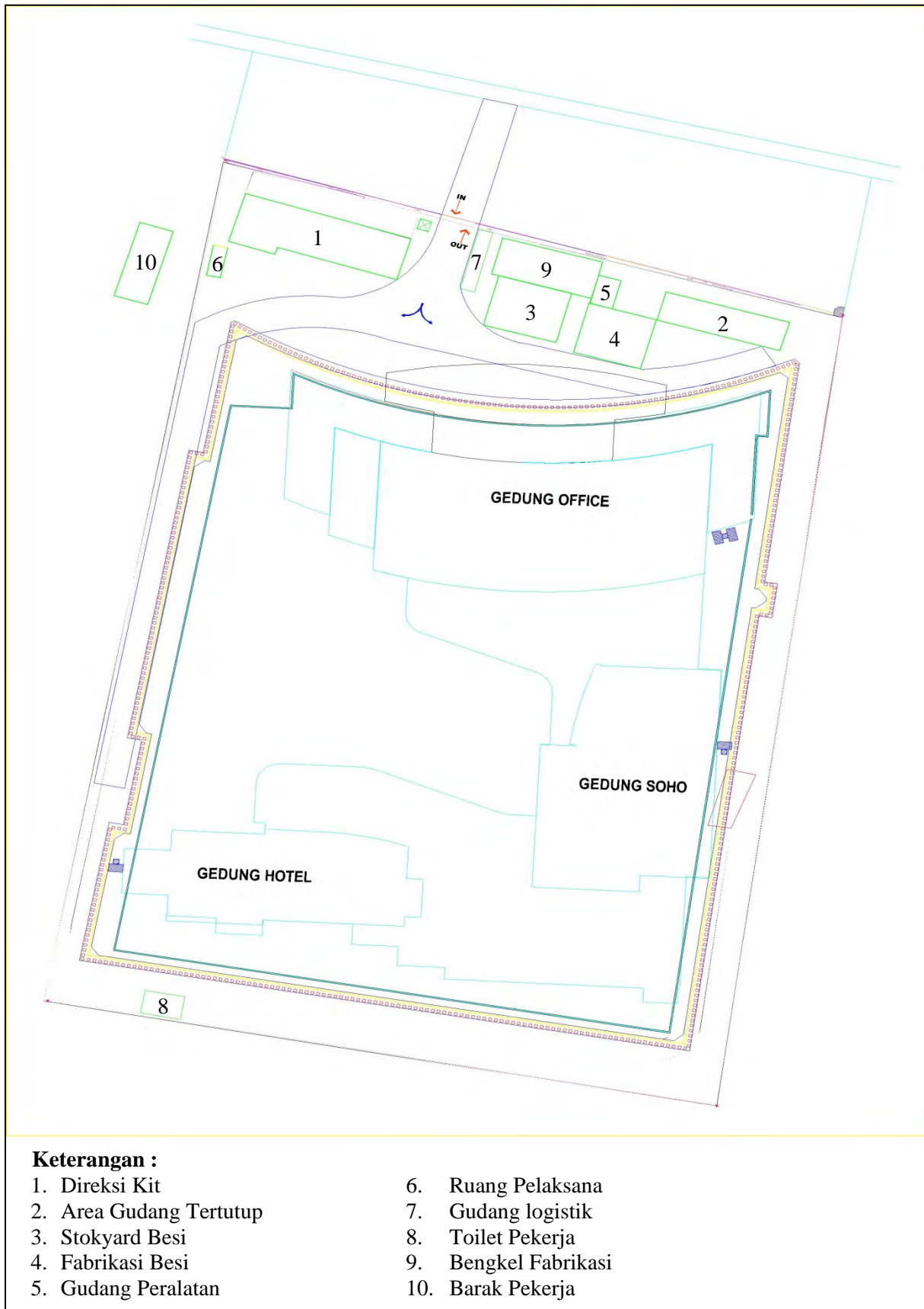
Alternatif 34 = Pertukaran lokasi antara Ruang Pelaksana & Bengkel Fabrikasi

Alternatif 35 = Pertukaran lokasi antara Gudang Logistik & Toilet Pekerja

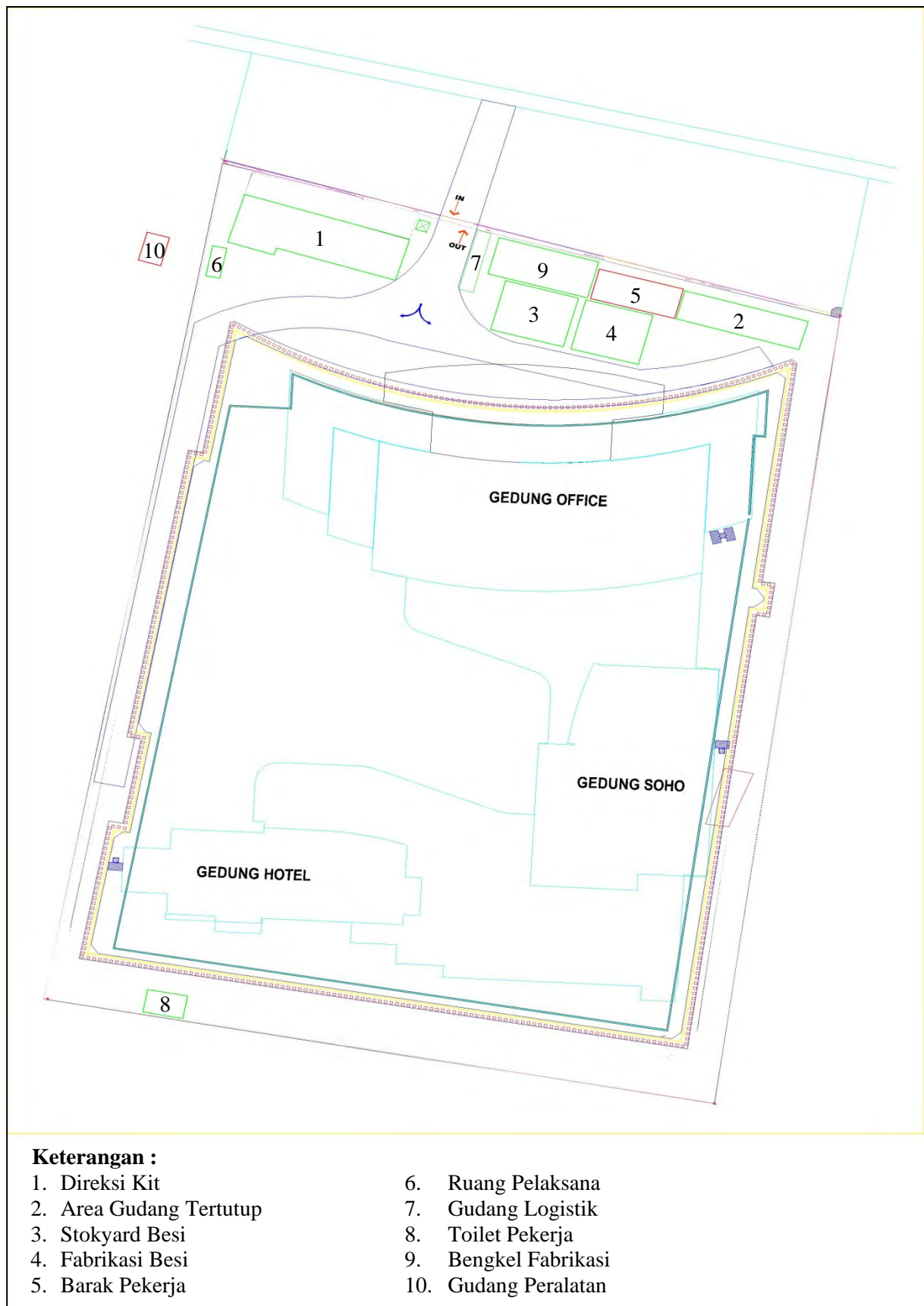
Alternatif 36 = Pertukaran lokasi antara Gudang Logistik & Bengkel Fabrikasi

Alternatif 37 = Pertukaran lokasi antara Toilet Pekerja & Bengkel Fabrikasi

Lampiran 15 (Kondisi Eksisting)



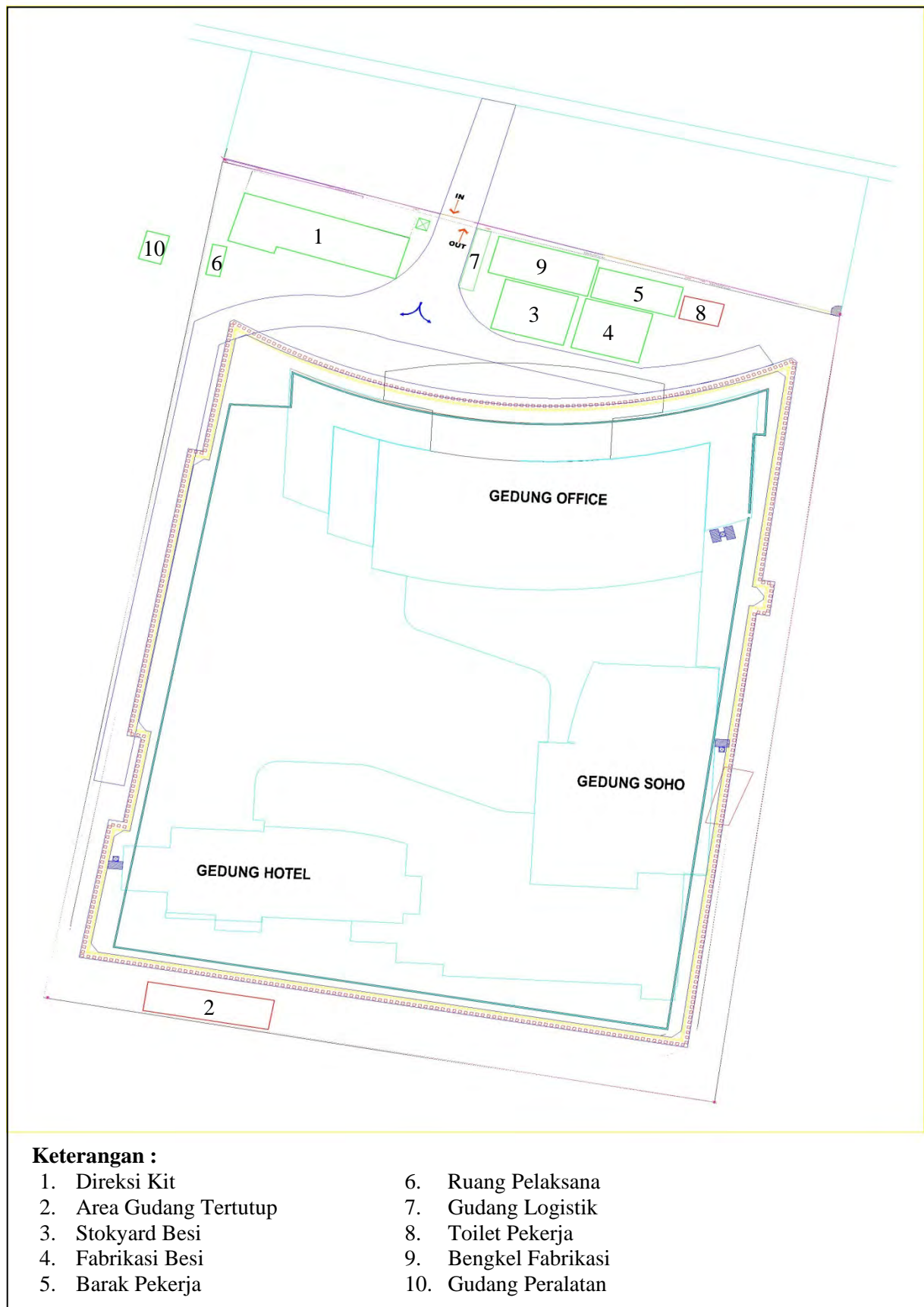
Lampiran 16 (Alternatif 1)



Lampiran 17 (Alternatif 12)



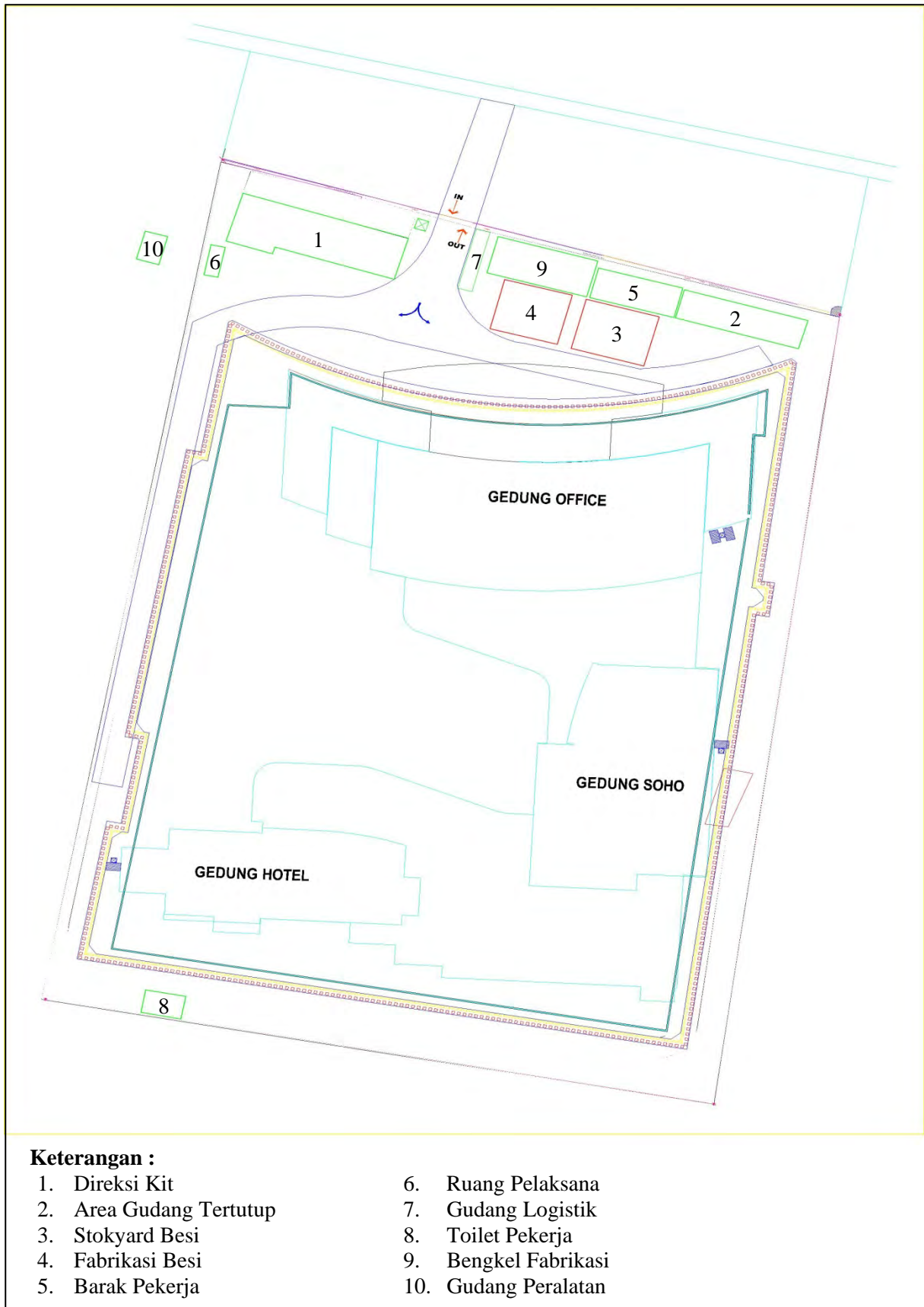
Lampiran 18 (Alternatif 15)



Lampiran 19 (Alternatif 16)



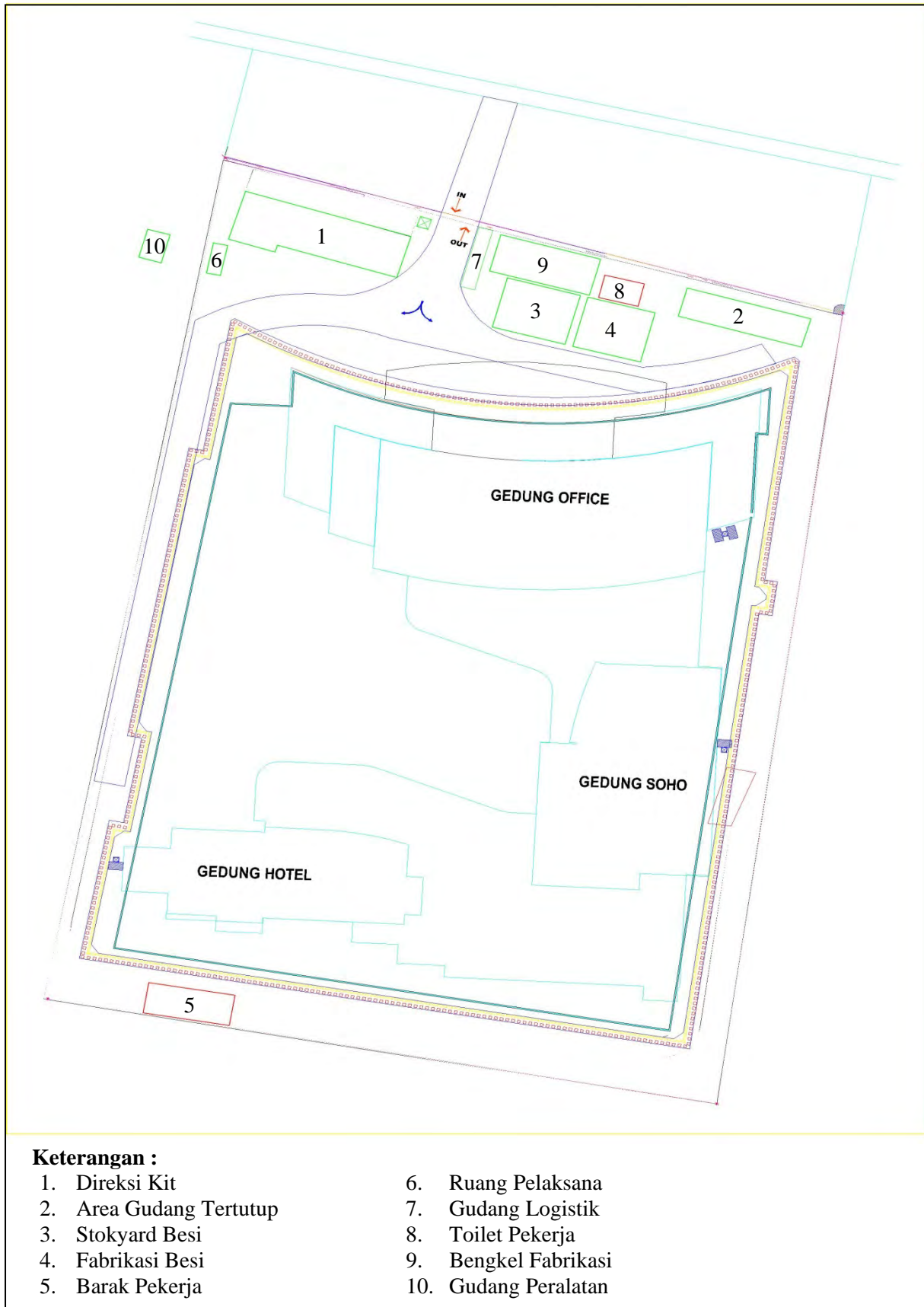
Lampiran 20 (Alternatif 17)



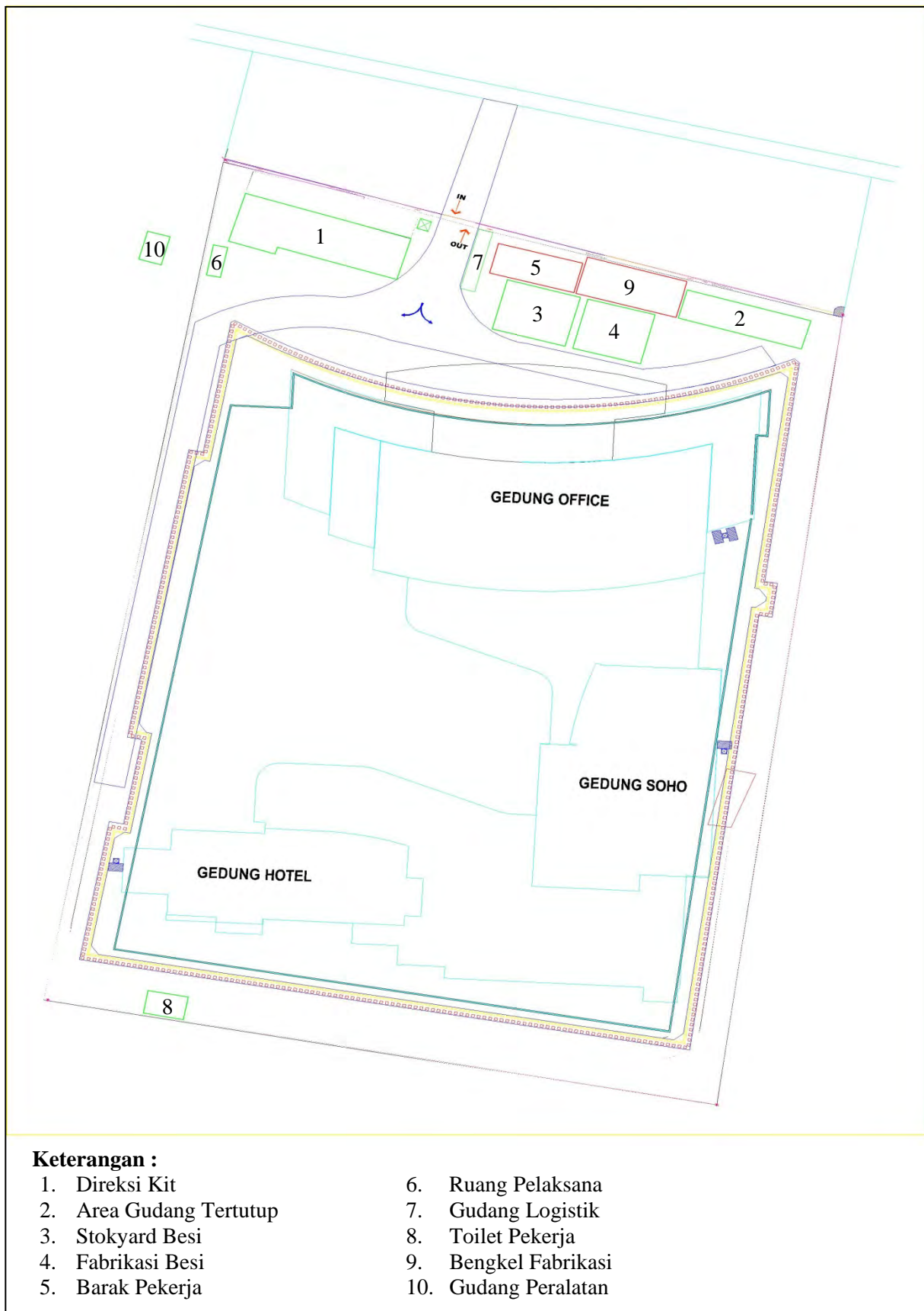
Lampiran 21 (Alternatif 23)



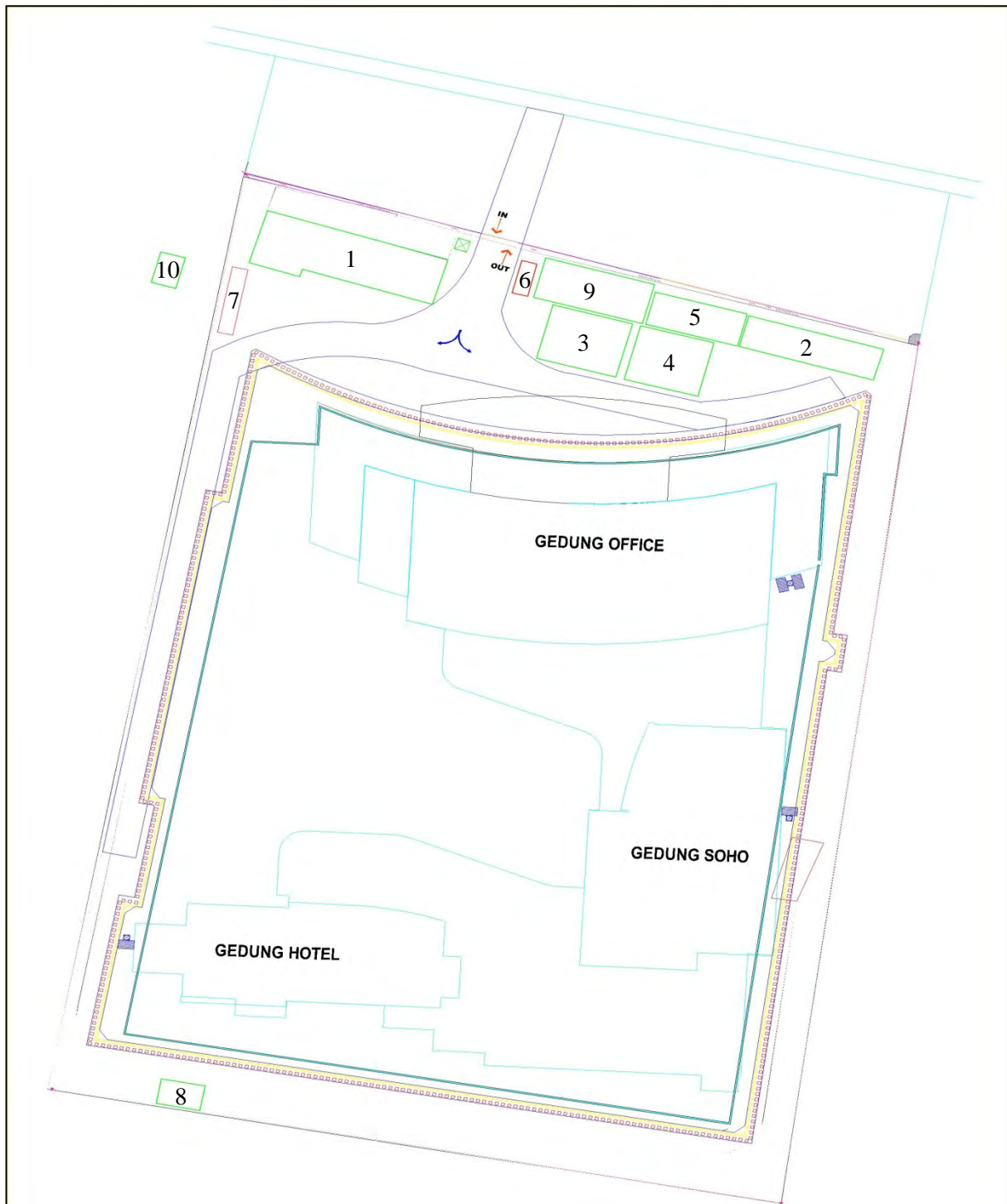
Lampiran 22 (Alternatif 30)



Lampiran 23 (Alternatif 31)



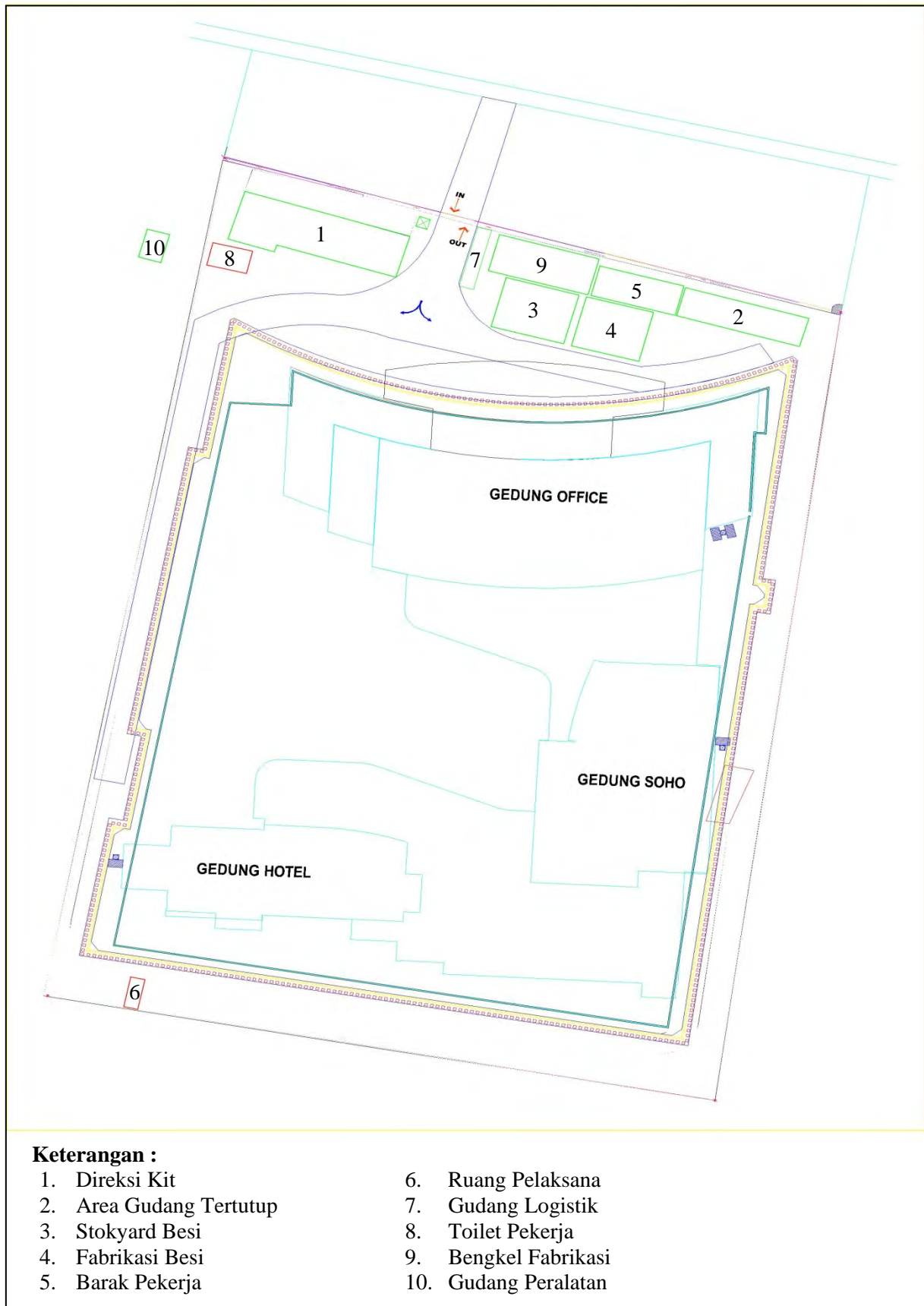
Lampiran 24 (Alternatif 32)



Keterangan :

- | | |
|-------------------------|----------------------|
| 1. Direksi Kit | 6. Ruang Pelaksana |
| 2. Area Gudang Tertutup | 7. Gudang Logistik |
| 3. Stokyard Besi | 8. Toilet Pekerja |
| 4. Fabrikasi Besi | 9. Bengkel Fabrikasi |
| 5. Barak Pekerja | 10. Gudang Peralatan |

Lampiran 25 (Alternatif 33)



BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Firstyan Yoshua Sadi, dilahirkan di Surabaya pada tanggal 19 Mei 1992, anak ketiga dari 4 bersaudara. Pendidikan formal yang ditempuh antara lain :

Sekolah Dasar Negeri Airlangga 4 dilanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama Negeri 19 Surabaya, lalu melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Atas Negeri 6 Surabaya dan lulus tahun 2010. Penulis mengikuti ujian masuk Program Studi D-III Teknik Sipil FTSP - ITS dan diterima di Program

Studi D-III Teknik Sipil FTSP - ITS pada tahun yang sama. Kemudian melanjutkan pendidikannya untuk mengambil Program Studi S-1 Lintas Jalur Jurusan Teknik Sipil FTSP – ITS pada tahun 2013. Penulis terdaftar di Jurusan Teknik Sipil Program Sarjana Lintas Jalur Institut Teknologi Sepuluh Nopember dengan NRP 3113105051. untuk pertanyaan lebih lanjut dapat menghubungi email penulis di firstyanjoe@gmail.com